



బొమ్మలలో ఋగ్వేద శాస్త్రం

తల్లూ!
మీరు చెప్పేదంతా
శుద్ధ తల్లూ!



రచన, బొమ్మలు : ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

Story of Astronomy

Written and Illustrated by Uday Patil

బొమ్మలలో

ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు : ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



ఇదే రకంగా కాపీ హక్కులు లేవని సూచిస్తూ
ఏ వ్యక్తి/ సంస్థ అయినా వాణిజ్య ప్రయోజనాలు లేకుండా
ఈ పుస్తకం అనువాదం/ ప్రచురణ/ పంపిణీ చేపట్టవచ్చు.

ఇతర అన్ని హక్కులు రచయితవి.

ప్రచురణ కాలం : మార్చి, 2011

ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 55/-

ప్రచురణ, ప్రతులకు:

మంచి పుస్తకం

12-13-439, వీధి నెం.1

తార్నాక, సికింద్రాబాదు - 500 017

ఫోన్ : 94907 46614

జన విజ్ఞాన వేదిక

జి. మాల్యార్ది

ప్రచురణల విభాగం

162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,

ఫోన్: 94405 03061

ముద్రణ :

చరిత ఇంప్రెషన్స్, 1-9-1126/బి, అజామాబాద్, హైదరాబాదు - 20. ఫోన్ : 040 - 2767 8411.

బొమ్మలలో ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు :

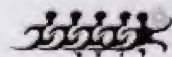
ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం :

డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



మంచి పుస్తకం



జన విజ్ఞాన వేదిక

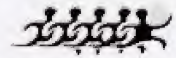
బొమ్మలలో
ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు :
ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం :
డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



మంచి పుస్తకం



జన విజ్ఞాన వేదిక

ముందుమాట

నక్షత్రాలు, గ్రహాలు, విశ్వం గురించి ఎందుకు తెలుసుకోవాలి? ఈ అనంత విశ్వంలో లక్షల, కోట్ల గాలక్సీలు, సౌర వ్యవస్థలున్నాయి. మన సౌర వ్యవస్థలోని సూర్యుడు మనకి ప్రచండ భానుడే కావచ్చు. కానీ విశ్వ ప్రమాణాలతో చూస్తే గుడ్డిగవ్వ కిందకి కూడా రాదు. భూమి మీద అసాధారణ పరిస్థితుల వల్ల జీవం పుట్టింది, చైతన్యం రగిలింది. మనలోని హేతువు ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవాలని ప్రేరేపిస్తుంది. మన పుట్టు పురోత్తరాల గురించి, ఈ అనంత విశ్వంలో మన స్థానం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవాలంటుంది. మన పూర్వీకులకంటే ఈ విశ్వం గురించి మనకు చాలా తెలుసు, కానీ మనం తెలుసుకోవలసింది ఇంకా చాలా ఉంది. సమాధానాలు లేని ప్రశ్నలు ఇంకా ఎన్నో ఉన్నాయి.

ఖగోళశాస్త్రం ఒక అనంత సాగరం లాంటిది. దీనిపట్ల మన అవగాహన, జ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి ఏర్పడలేదు, వేల సంవత్సరాలుగా రూపుదిద్దుకుంటూ వచ్చింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర ఒక రకంగా మానవ చరిత్రనంతా విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ శాస్త్రం మాదిరిగానే దీని చరిత్ర కూడా అంతే ఆసక్తికరంగా, సంక్లిష్టంగా ఉంటుంది. ఈ బొమ్మల పుస్తకం ఖగోళ 'శాస్త్రం' గురించి కాదు, ఇది ఎలా పరిణామం చెందిందో ఒక కథలాగా చెబుతుంది.

ఖగోళ శాస్త్ర కథనంతటినీ ఒక చిన్న బొమ్మల పుస్తకంలోకి కుదించడం కష్టమే. చారిత్రకంగా కీలకమని భావించిన కొన్ని ఘటనలను మాత్రమే ఎంచుకున్నాను. ఇప్పటికీ చర్చిస్తున్న సిద్ధాంతాలను, వివాదస్పద విషయాలను పదిలిపెట్టేశాను. తేలికగా అందుబాటులో ఉన్న పుస్తకాలనుంచి కథగా చెప్పటానికి అనువైన వాటి నుంచి ఎంచుకున్నాను. కొన్నిచోట్ల వివాదంలో ఒక పక్షం వైపు నేను నిలబడ్డానని అనిపించవచ్చుకానీ ఇది ఉద్దేశపూర్వకంగా చేసింది కాదు.

ఏ సహాయం లేకుండా ఈ పుస్తకం రాయటం నా వల్ల అయ్యి ఉండేది కాదు. ఆర్థిక సహాయం చేసిన సర్ రతన్ టాటా ట్రస్ట్‌కి, ఈ పుస్తకం బీజు రూపం నుంచి ముద్రణ వరకు మార్గదర్శనం చేసిన అరవింద గుప్తాకి కృతజ్ఞతలు. రాతప్రతిని క్షుణ్ణంగా సమీక్షించి, విలువైన విషయాలు తెలియచేసిన ఆచార్య జె.వి. నార్సికర్, డా॥ ప్రదీప్ గోరోస్కర్‌లకు ధన్యవాదాలు. ఒక పేజీ పూర్తి అయిన తరువాత ఆ ఆనందాన్ని నాతోపాటు నా భార్య పల్లవి పంచుకుంది. నా బొమ్మలంటే పడిచచ్చే మిహిర్‌కి ఈ పుస్తకం అంకితం....

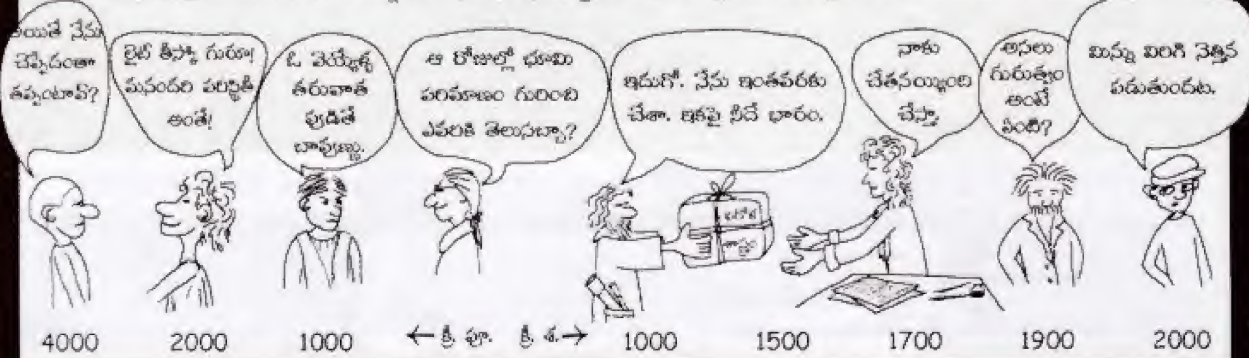


చీకటి ఆకాశంకేసి ఎప్పుడు చూసినా అబ్బురపాటు కలుగుతుంది. తారల అందాన్ని చూసి మన ప్రాచీనులు కూడా మైమరచారు. దూరం నుండి దీరిస్తాయి గాని చేతికి అందవు. అందుకే అవంట్ అంత మురిపెం.

కాని ఒక్కటి మాత్రం నిజం. 10,000 ఏళ్ల క్రితం కూడా ఆకాశం ఇంచుమించు ఇప్పుడు ఉన్నట్లే ఉండేది. కాని తారల గురించి మనకి తెలిసిన దానికి, మన పూర్వీకులకు తెలిసిన దానికి మధ్య చాలా తేడా ఉంది. ఎంత తెలిసినా విశ్వం పట్ల మన సంక్రమం మాత్రం తగ్గలేదు.



మనకి ప్రస్తుతం తెలిసిన భగోళ విజ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి పుట్టుకురాలేదు. కొన్ని వేల సంవత్సరాల పాటు వికాసం చెందింది.



భగోళ శాస్త్ర సరిహద్దులని అమితంగా విస్తరింపచేసిన ఓ సుదీర్ఘ ప్రయాణ గురించి ఈ కథ.

విశ్వం గురించి మనకి తెలిసింది కాక ఇంకా ఎన్నైనా ఉందా? ఎందుకు లేదు? రోజురోజుకీ ఎవో కొత్త విషయాలు తెలుస్తున్నాయి.



ఎప్పుడూ ఇంతే, తెలుసుకుంటున్న కొద్దీ తెలుసుకోవాల్సినది ఇంకా ఎక్కువ అవుతుంటుంది.



రాత్రి వేళ అకాశాన్ని చూసి మన పూర్వీకులు మైమరచి పోయేవారు. అదంటే వాళ్ళకి చెప్పలేని విషయం. కొంచెం భయం కూడా. తారల ఏర్పాట్లలో వారికి ఏవేవో అకారాలు కనిపించేవి. చేపలు, రాకాసులు, జంతువులు, చక్కని చుక్కలు వారికి ఆ చుక్కల్లో కనిపించేవి. వాటిలో ఎన్నో కమ్మని కథలల్లారు.

పొంతులుగుంటోంచి అబివాసుడిని పైకి తీయొచ్చు గానీ, అబివాసుడిలోంచి పొంతులుగాన్ని పైకి తీయలేం గానీ!

ఏ సంస్కృతి తీసుకున్నా వారి పురాణాల్లో, ఇతిహాసాల్లో, జానపదాల్లో సూర్యుడికి, చంద్రుడికి, తారలకి ముఖ్యస్థానం ఉంది.



వితాంవైన పల్లెల లాంటి భూమిని ఒక పెనుగుల దండు మోసేదని ఆశుకునేవారు ప్రాచీన భారతీయులు. ఆ ఏనుగులు సముద్రంలో ఈడులాడుతున్న ఓ పెద్ద తాలేలు మీద నించున్నాయి. అప్పుడప్పుడు తాలేలు ఆయాసంతో కొద్దిగా వదిలేడి. అలా వచ్చేదే భూకంపాలు!

గ్రీకులకి అలాంటి పట్ట కథలు ఉండేవి. గ్రీకు పురాణాల్లో టైటన్లు గొప్ప శక్తి గల దేవతలు. భూమి కింద పడకుండా భుజాల మీద మోయడం అట్లాస్ అనే టైటన్ వీరుడి పని.

ఏయ్యి ఏంటి సర్కట్ల భూమిని మెయింట్లుంటు నేడూ!



ఈ పుక్కిటి పురాణాలన్నీ వట్టి ఊహగానాలు. విశ్వాన్ని అర్థం చేసుకోవడంలో మనిషి వేసిన తప్పుటడుగులు, తొలిమెట్లు.

రావయ్యా బాబూ, వెయింటికీ ఉన్నదానూ.

ఆ విధంగానే మొట్టమొదటి విశ్వశాస్త్రాలు ఆరంభం అయ్యాయి.

కాలెండర్లు, గడియారాలు
చేసి కాలంలో ఆకాశం
చూసి సమయం, దిశ
తెలుసుకునే వారు.

ఆ విధంగా నావికులు,
టాటసారులు దారి
తెలుసుకునేవారు.



చూడు ఇప్పుడయితే ధృవజాగ
పెంబడి గడూ మనం
పెళ్ళుతుంటు?

తప్పకుండా! ఇది మిట్ట
మేదానాల్సం. రాత్రి
అయ్యుండానా ఈ
ఒంటెలు ఎటు
తిరుగుతున్నాడో అబ్బే!

ఇద్దరికీ చాలా
తెలివెప్పు లేదు.

ఓ బిష్కె ఆట
ఆడిద్దామా?

సముద్రం మీద ప్రయాణించే
నావికులకి కూడా ఆకాశం
ఎంతో ఉపయోగపడేది.
తారలని చూసి సమయముద్రంలో
దారి తెలుసుకునేవారు.

ఒక్కోక విజ్ఞానం పెరగడంతో
నౌకాయానం కూడా ఒక
శాస్త్రంగా పరిణామం చెందింది.
తారలని కచ్చితంగా పరిశీలిస్తూ
నావికులు సునాయానంగా
సముద్రాలని దాటేవారు.



విభవ ముచ్చట.
ఒక్క చుక్క
కలిపించడేం?

విధివల్లంబు సరిగ్గా బిర్లుదా
క్రయంగిరిలోకి ప్రవేశించివచ్చడే
మళ్ళీయాలా?

తారలని చూసి నౌకాయానం
చేసే అచారం ఇప్పటికీ ఉంది.

కాని అధునిక ఓడలు
సాటిలైట్లు, రేడియో
తరంగాలు, అధునాతన
ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలు
మొదలైనవి వాడుకుని
సముద్రాలు దాటతాయి.



శీతల...
హా మున్నెటి గీడు
తెంకిస్తోంది.

భయం లేదు శశి.
వీడైనా ప్రమాదం
ఉంటే మేం
పరికరాలు
చెల్పవచ్చా?

సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు అన్నీ ఆకాశంలో కదులుతూ కనిపిస్తాయి. కానీ జాగ్రత్తగా చూస్తే వాటిలో కొన్ని విన్యాసాలు కనిపిస్తాయి.

తారలు కదులుతూనే ఉంటాయి. కాని వాటి విన్యాసాలు మాత్రం ఎప్పటికీ మారవు.

నిజమే... కాని అక్కడ ఉత్తరంలో ఉన్న తార మాత్రం అప్పులు కదలడం లేదు.

కదా ఎందుకు జరుగుతోందో అలోచించారు.

అలాగే ఆ గోళంలో తారలు అతిదీర్ఘంగా ఉన్నాయి. ఆ గోళం ఓ బొంగరంలా తిరుగుతోంది.

ఆ గోళపు అక్షం మీదుగా ఉంది కాబట్టి ఆ ఉత్తర తార కదలనట్లు కనిపిస్తుంది.

భగోళ విజ్ఞానంలో ఇది మొదటి మెట్టు.

'ఉత్తర తార' లేక 'ధృవ తార' - స్థిరంగా ఉంటుంది కాబట్టి భగోళ విజ్ఞానంలో దీనికి ప్రత్యేక స్థానం ఉంది.

తక్కిన తారలే కాక విశ్వగోళం అంతా ధృవ తార చుట్టూ పరిభ్రమిస్తోంది.

భారతీయ పురాణాలలో ధృవుడు ఒక రాజకుమారుడు. విష్ణువు వరంతో తారగా మారిపోతాడు. అదే ధృవతార.

ఒకనాడు ఐదేళ్ల ధృవుడు తండ్రి ఒడిలో కూర్చుని ఉంటాడు. తన సవతి తల్లి ఆ ధృవ్యం చూసి సహించలేకపోతుంది. రాజు ఒడిలోంచి ధృవుణ్ణి పక్కకి తోసి తన సొంత కొడుకుని కూర్చోపెడుతుంది.

బిగు, బిగు. నువ్వొక్కడివే రాకుమారుడివి కాదు.

మనసు గాయపడ్డ ధృవుడు తనకంటూ ఓ తాత్పత నివాసం కోసం వెతుకుతూ పోతాడు. దీర్ఘకాలం తపస్సు చేసి ఆ తపస్సుకి పరంగా ఓ స్థిరతారగా మారిపోతాడు.



మరి తారలన్నీ ప్రత్యేక విన్యాసాలలో కదులుతాయా?... కాదు.

తారలన్నీ ప్రత్యేక విన్యాసాలలో కదులుతాయని చెప్పావు. మరి అవి ఎలా పాళిస్తోంది.

చూడ్డానికి తారలాగా ఉన్నా అది మరేదో అయ్యుంటుంది.

కొన్ని ప్రతాపవంతమైన తారలు విన్యాసాన్ని వదిలి సంచరిస్తున్నాయి. గ్రీకులు వాటిని ప్లానెట్స్ (గ్రహాలు) అన్నారు. అంటే సంచారకులు అని అర్థం. స్థిరమైన తారా విన్యాసాల మీదుగా ఈ సంచార తారలు ఇష్టం వచ్చినట్టు కదులుతున్నాయి.

సూర్యుడు, చంద్రుడు కూడా స్థిర తారల విన్యాసంలో భాగం కావు.

సూర్యుడు చంద్రుడు కూడా గ్రహాలేమో. అందుకే అవి కూడా సంచరిస్తున్నాయి.

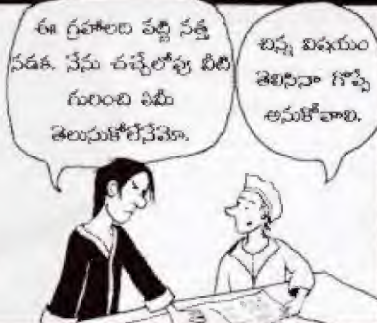
సూర్యుడు కూడానా? అలా ఎలా అనగలము?

తారల లాంటి గ్రహాలు ఐదు ఉన్నాయి. వాటికి గ్రీకులు తమ దేవతల పేర్లు పెట్టారు.

మెర్క్యురీ	వీనస్	మార్స్	జూపిటర్	సాటర్న్	మరి మా సంగతేంటి?
★	★	+	+	+	☼ ☾

వాటికి సూర్య, చంద్రుల్ని కలిపితే గ్రహాల సంఖ్య ఏడుకి పెరిగింది.

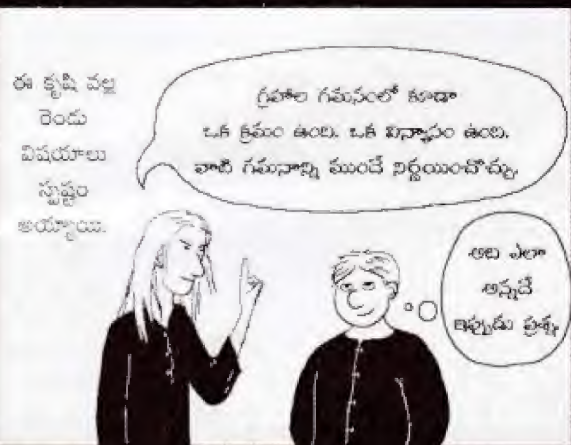
తారల విన్యాసాలు చాలా వేగంగా కదిలేవి. కొద్ది నిమిషాలలోనే అవి కదిలినట్లు తెలిసేది. కానీ ఆ విన్యాసాల నేపథ్యం మీదుగా గ్రహాల కదలిక చాలా నెమ్మదిగా జరిగేది.



గ్రహాల చలనాన్ని గుర్తించాలంటే రోజులు, నెలలు కాగ్రత్తగా పరిశీలించాలి.



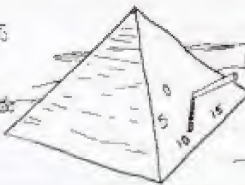
కొన్ని శతాబ్దాల పాటు నిశితంగా చేసిన పరిశీలనల వల్ల రహస్యం విడసాగింది.



ఈజిప్ట్ లో నైలు పరదల వల్ల జనజీవనం ప్రభావితమయ్యేది. సూర్యుడికన్నా నిరియస్ తార ముందు ఉదయిస్తే నైలు పోవడం ఉందని వారికో చెప్పేది.

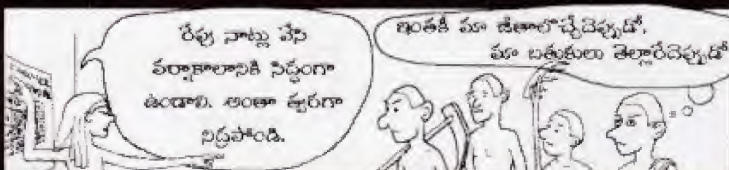
* రా - సూర్యభగవానుడు; నుబీ - ఆకాశ దేవత

తమకి తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానంతో మళ్ళీ సిరియస్ ఎప్పుడు ఉదయిస్తుందో ఖచ్చితంగా చెప్పగలిగేవారు. ఈజిప్షియన్లు.

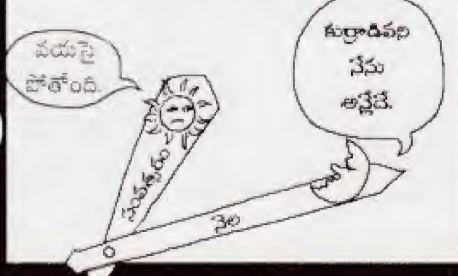


ప్రకృతి సహజంగా జరిగే సంఘటనలని ముందే నిర్ణయించడానికి ఓ చక్కని పద్ధతి కావాలి. ఆ అవసరాన్ని తీర్చడానికి కాలెండర్ వుట్టింది. తారా విన్యాసాల మీదుగా సూర్యుడు ఒక చుట్టు చుడితే ఒక సంవత్సరం అవుతుంది. చంద్రుడి పక్షాలన్నీ ఒకసారి గడిస్తే ఒక మాసం అవుతుంది.

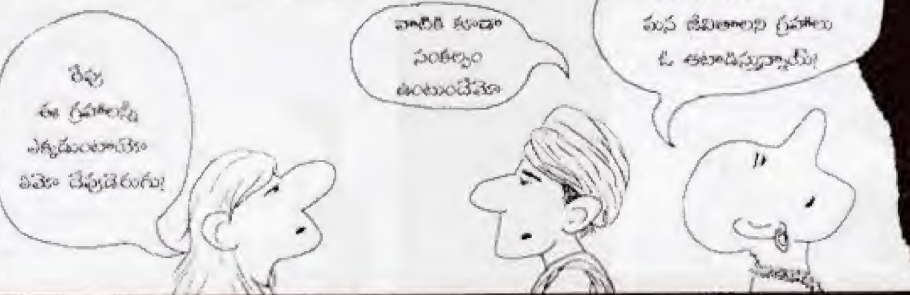
నేడ్యం, రాజ్యపాలన మొదలైన వ్యవహారాలన్నీ ఇప్పుడు ప్రణాళిక బద్ధంగా నిర్వహించుకోవచ్చు.



సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు మనకు కాలనిర్దేశాలు. భూమి చుట్టూ వాటి ప్రదక్షిణ బట్టి రోజులో సమయం చెప్పవచ్చు. స్థిర తారా విన్యాసంలో వాటి సంచారాన్ని బట్టి ఏడాదిలో ఎక్కడున్నామో చెప్పవచ్చు.



కొందరికి ప్రతి విషయాన్ని అద్భుతికర దృష్టితో చూడడం ఆలవాటు.



రేపు ఈ గ్రహాలన్నీ ఎక్కడుంటాయో వివరించేయండి!

వాటికి కుండా సంతకం ఉంటుందేమో!

అందుకే భూమి మీద మన జీవితాలన్ని గ్రహాలు కి అటూడిస్ట్లవ్వాలి!

అలా జ్యోతిష్యం పుట్టింది. గ్రహాలు తమ జీవితాలని శాసిస్తున్నాయని జనం నమ్మడం మొదలుపెట్టారు.

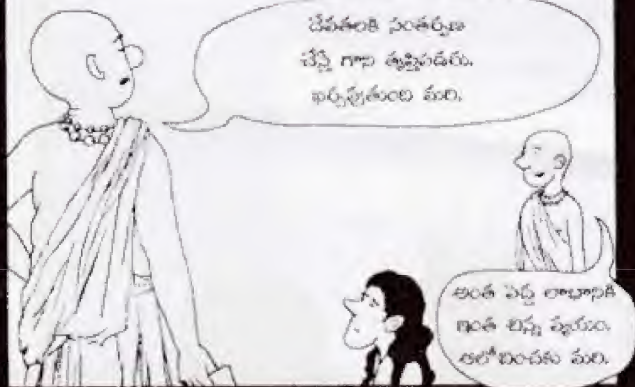
పెందీలేలు ఈ మూర్ఖనమ్మకాన్ని అసరాగా తీసుకుని...



గ్రహాలు కాలంలో పుట్టడానికేమి అయ్యాయో బలంకంటా కట్టలే!

మీ!

... వజ్రం గడుపుచున్నారు.



దేవతలకి సంతకం చేస్తే గొప్ప శుభం ఉంటుంది. ఖర్చుపెట్టాలి మరి.

అంత పెద్ద లాభానికే ఇంత బిడ్డ పట్టాలి. అలా బలంపడు మరి.

అయితే అకాశంలోని వస్తువులకి భూమి మీద జరిగే సంఘటనల మీద ప్రభావం ఉంటుందనడానికి అధారాలు లేకపోలేవు.



నిండు పున్నమి. పెద్ద అలలు లేస్తాయే. చూస్తో!

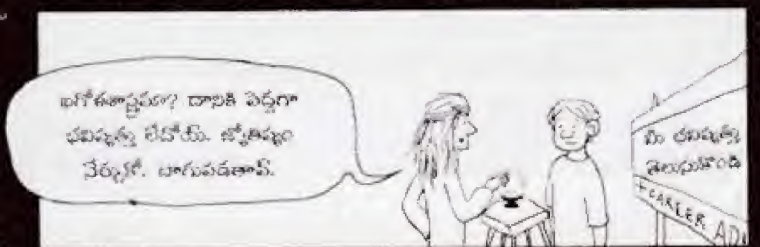
కానీ ఈ విషయాన్ని జ్యోతిష్యులు గుర్తుపట్టలేనంతగా మార్చేశారు.



భూమి మీద అన్నీ గ్రహాల అనుసారమే జరుగుతాయి.

అప్పుడు, ఆ పునహారాన్ని మనదోటి పండితులతో అర్థపరచాలి.

వెనకబడ్డ దేశాల్లో జ్యోతిష్యానికి బిచ్చానికి మంచి పరపతి ఉంది.



బోగోకూస్తూన్నా దారికి పెద్దగా భవిష్యత్తు లేదోయ్. జ్యోతిష్యం నేర్చుకో. బాగుపడతావ్.

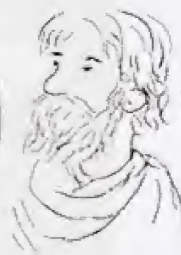
అదిలా ఉండగా చైత్యానిక భృష్టిలో అకాశంకేసి
చూసేవాళ్ళు కూడా ఉన్నారు.

అంతా ఆలా
విద్వాంసులుగా ఎందుకు
పిర్చిపోయి? ప్రహేళిక
అలా ఎందుకు
పెరిగిపోయి?



ప్రకృతిలో ప్రతి దానినీ
ఏదో కారణం
ఉండంటూన్నా?

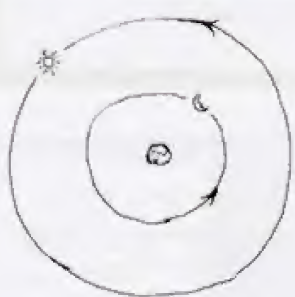
అరిస్టాటిల్ భృష్టిలో భగోళశాస్త్రం కూడా తత్వశాస్త్రంలో ఒక భాగమే.



విశ్వం గోళాకారంలో
ఉంటుంది. ఎందుకంటే గోళం
దోషం లేని పరిపూర్ణ
ఆకారం.

అయిన వర్ణం ఆయనది.

కాదామోటి తల్లి
పుట్టాడంటే కళ్ళలో
తిరిగిపోయాయి.
ఎందుకంటే పుట్టం
పరిపూర్ణ సత్యం.



ఒక మంచి భావనలు అన్ని రంగాల్లో, అంత
వైభవాన్ని చూపించడం అసమాన్యమైన విషయం.
అది చింతన వైభవం భగోళశాస్త్రం మీద కూడా
మొదటి రెండు మే పెళ్ళ పాటు భగోళ శాస్త్రంలో జనం
వేళాదు, వ్యత్యాసం చూపకునేలాదారు.

భగోళ శాస్త్రంలో అరిస్టాటిల్ ప్రభావం పరమో, కావమో అర్థం కావడం
లేదు. భావాలలో దోషాలు ఉన్నా అతడు అరంభించిన ఒకపదులు
అధునిక విజ్ఞానానికి పునాది వేశాయి. విశ్వం గురించి ప్రశ్నించడం
నేర్పించాడు. తెలియనిని సమీక్ష విషయాల గురించి కూడా కొత్తగా
ప్రశ్నించడం మొదలుపెట్టాడు.

అధునిక భగోళశాస్త్రానికి మూలాలు
అరిస్టాటిల్ అనే గ్రీకు తాత్వికుడి
రచనలలో కనిపిస్తాయి.

అరిస్టాటిల్
క్రీ.పూ. 384 - 322



గురుగ్రుమైన తత్వచింతన చేసినవారిలో
ఈ గ్రీకు తాత్వికుడు ప్రథముడు. ఎన్నో
అంశాల మీద ఆయన రచనలు చేశాడు.
రాజకీయం, నీతిశాస్త్రం, సౌందర్యశాస్త్రం,
అది భౌతికశాస్త్రం, తత్వశాస్త్రం,
విజ్ఞానశాస్త్రం మొదలైనవి. తర్వాతి
శాస్త్రబద్ధంగా చదివిన మొదటివాడు.
ఎన్నో తాత్విక, ఆధ్యాత్మిక
సాంప్రదాయాల మీద ఆయన చింతన
ప్రభావం చూపింది.

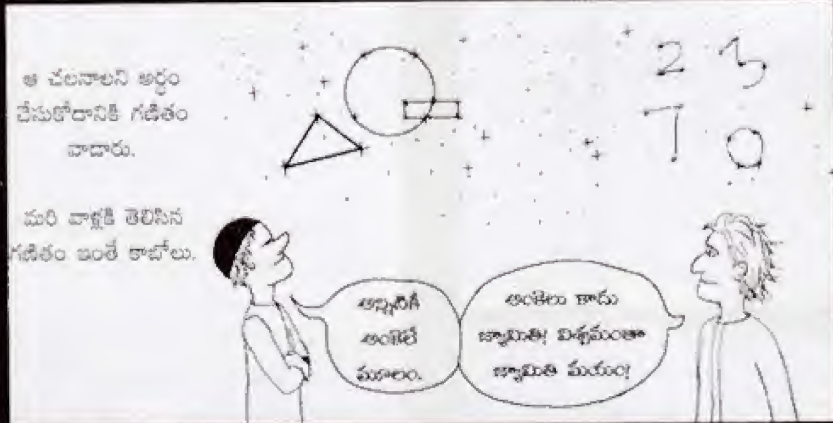
ఆయన ప్రభావం ఎంతో మంది మీద
పడింది. వారిలో ముఖ్యుడు తన
శిష్యుడు అలెగ్జాండర్ చక్రవర్తి.

సంచరించే గ్రహాల చలనాలని ఖచ్చితంగా వర్ణించాలంటే వాటి నేపథ్యంలో ఉన్న తారా విన్యాసాలని ఖచ్చితంగా చిత్రించాలి.



చీకటి ఆకాశంలో అక్షరకృత కొన్ని ప్రకాశవంతమైన తారల విన్యాసాలు కనిపిస్తాయి. వాటినే తారారాశులు అంటారు.

తారారాశుల స్థానాలు ఖచ్చితంగా చిత్రించడం వల్ల గ్రహాల కదలికలని ఖచ్చితంగా కనిపెట్టడానికి వీలయ్యింది.



ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గ్రహ చలనాలని సరళమైన గణిత సూత్రాలతో వర్ణించడానికి ప్రయత్నించారు.

ఆ సూత్రం ప్రకారం ఒక గ్రహం కొన్ని వందల ఏళ్ల త్రితం ఎక్కడుంటో చెప్పగలిగితే, అదే సూత్రంతో భవిష్యత్తులో అది ఎక్కడ ఉంటుందో కూడా చెప్పగలం.

ఈ సూత్రాల సామర్థ్యం వాటి వెనక ఉన్న గణిత సామర్థ్యం మీద ఆధారపడి ఉంది. ఈజిప్షియన్ పర్వతులు ఏదో ప్రాథమిక సంఖ్య వ్యవస్థ మీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఆవి అంత మంచి ఫలితాలనివ్వలేదు. బాబిలోనియన్ల ఫలితాలు మరి కొంచెం మెరుగ్గా ఉన్నాయి. ఎంచుకంటే వారి సంఖ్యమానం వేరుగా ఉంది. అది అధునిక దశాంశ పద్ధతికి దగ్గరగా ఉంది. అయితే 10కి బదులు 60 ఆధారంగా చేసుకున్నారు. బాబిలోనియన్ల ప్రభావం ఇప్పటికీ కనిపిస్తోంది. ఇప్పుడు మనం గంటని 60 నిమిషాలుగాను, నిమిషాన్ని 60 సెకనులుగాను భాగిస్తున్నాం.



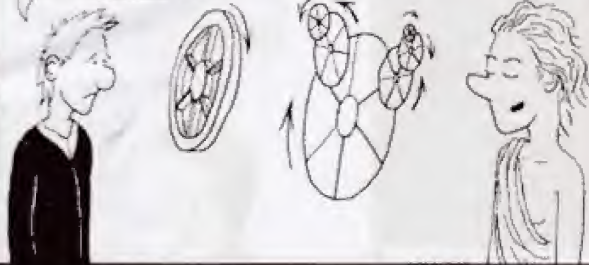
గ్రహాల చలనాన్ని ముందుగా చెప్పగలగడం చాలా గొప్ప విశేషం. అంతవరకు అర్థంచేనట్లు కనిపించినవి ఇప్పుడు వశం అయ్యాయి. గ్రహాదారికి మతాలు చాలా ప్రాముఖ్యతనిస్తాయి. దాంతో మత వ్యవహారాలకి ఖగోళశాస్త్రంతో పోపు కుదిరింది.

ఖగోళశాస్త్ర అభివృద్ధిలో గణితం ఎంతో తోడ్పడింది. అలాగే గణితం అభివృద్ధికి కూడా ఖగోళశాస్త్రం దోహదం చేసింది.

మొదట్లో గ్రహగతుల సమూహాలు వృత్తాకారంలో ఉండేవి.

అంత సంక్లిష్టమైన కిక్కిరింపు
పూజలతో వర్ణించేటా?

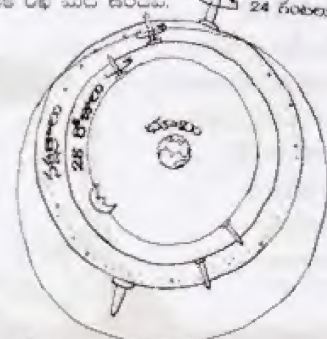
అలాంటిది కదా?
నిరంతరమైన చలనాలని కలిపితే
సంక్లిష్టమైన చలనాలు
వస్తున్నాయి.



మొట్టమొదటి సమూహాలని సకేంద్రీయ గోళాల
ఆధారంగా నిర్మించారు.

ఆ గోళాలన్నీ వాటి అక్షాల మీద భ్రమించడాన్ని తిరిగేవి.
అన్నీ అక్షాలూ ఒకే రేఖ మీద ఉండేవి.

24 గంటలు

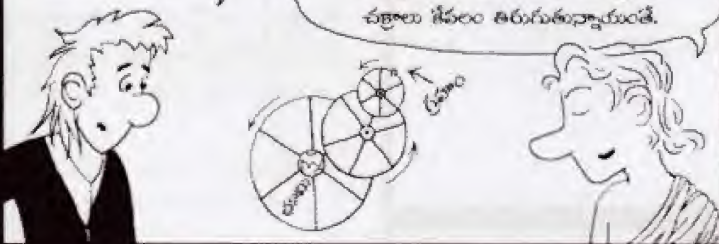


ఒక్క గ్రహం
చలనాన్ని
వర్ణించడానికి
ఎన్నో సకేంద్రీయ గోళాలు
కావలసివచ్చేది.

అది సరిపోనట్టు అధిచక్రాలు (epicycles) అన్న భావన ఒకటి మొదలయ్యింది.
ఈ సమూహా ప్రకారం ప్రతి చక్రం ఒక తిరిగే చక్రం అంచుతో పాటు తిరుగుతుంది.
ఆ చక్రం యొక్క కేంద్రం మరో తిరిగే చక్రం అంచుతో పాటు తిరుగుతుంటుంది. ఆ
చక్రం మరో మూడో చక్రం మీద తిరుగుతుంటుంది...

ఈ లెక్కల ఎంత
సంక్లిష్ట చలనాన్ని
వర్ణించొచ్చు.

ఈ అధిచక్రాలు అలా సాగుగా
ఉన్నాయి. మొత్తం యంత్రాంగం చాలా
సంక్లిష్టంగా అనిపించొచ్చు. కాని ప్రత్యేక
చక్రాలు కేవలం తిరుగుతున్నాయంటే.



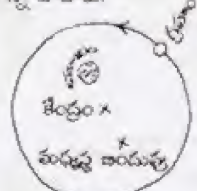
అలాగే 'వికేంద్రీయ వృత్తం' అనే భావన కూడా
ఒకటుంది. గ్రహాల మేగాలలో మార్పులని అర్థం
చేసుకోడానికి దీన్ని ప్రతిపాదించారు.

సమ వేగంతో కలిపే గ్రహం వలన దగ్గరగా
ఉన్నప్పుడు వేగంగాను, దూరంగా ఉన్నప్పుడు
దెబ్బబుగాను తిరుగుతున్నట్లు
అనిపిస్తోంది కదా?



వృత్తాన్ని ఆధారంగా చేసుకున్న సమూహా అన్నిటోకీ
'మధ్యస్థ బిందువు' అన్న సమూహా అత్యంత సంక్లిష్టమైనది. అయితే
గ్రహ గతులని అర్థం చేసుకోడానికి అదే అత్యంత శక్తివంతమైన
సాధనం అని కూడా తెలిసింది. ఇంచుమించు ఒకటిన్నర
సహస్రాబ్దాల పాటు దాన్ని వాడారు.

ఆ గ్రహం వికేంద్రీయ వృత్తం
మీదుగా కదులుతోంది కాని
సమవేగంతో కాదు. కాని
అంతరక్షంలో ఒక బిందువు
నుండి చూస్తే అది సమవేగంతో
కదులుతున్నట్లు ఉంటుంది. దానినే
మధ్యస్థ బిందువు అంటారు.



ఇదంతా మహా
గణితజ్ఞులూ ఉంటు. కాని
ఎలాగో పనిచేస్తోంది.

ఈ సమూహాలన్నీ గ్రహగతులని విజయవంతంగా వర్ణించగలిగాయి.
అయితే ఆ గోళాలు, వృత్తాలు అన్నీ కేవలం గణిత సమూహాలు
మాత్రమే, భౌతిక వస్తువులు కావు. కాని వాటి సహాయంతో మరింత
సరళమైన, మరింత కచ్చితమైన సమూహాలని నిర్మించడానికి
వీలయ్యింది.

ఒక సమూహా ఎన్ని విషయాలని
వివరించగలిగితే అంత శక్తివంతమైనది అప్పుడంటారు.

ఈ సమూహా పద్ధతులన్నిటినీ సమన్వయపరచిన మొదటివాడు గ్రీకు
ఖగోళ శాస్త్రవేత్త టోలెమీ. గ్రహచలనాలని కచ్చితంగా వర్ణించగల
మొట్టమొదటి సమగ్ర సమూహాని ఇతడు తయారుచేశాడు.

టోలమీ ఒక గ్రీకు ఖగోళశాస్త్రవేత్త. అతని అసలు పేరు క్లౌడియస్ టోలమేయస్. అతడి వ్యక్తిగత జీవితం గురించి పెద్దగా సమాచారం లేదు.

నేను గ్రీకు వాడినే.
కాని ఈజిప్టులో జీవించాను.
అల్మాజెస్ట్ అన్న పుస్తకం
రాసింది నేనే.
నా గురించి
ఇంకేమైనా
కావాలా?



టోలమీ రాసిన ఓ ప్రఖ్యాత గ్రంథం అల్మాజెస్ట్. దాని గ్రీకు మూలం పేరు 'మెగలే సింటాక్సిస్' అంటే 'గణిత సంకలనం.' తరువాత దీన్ని అరబిక్ లోకి 'అల్ మజెస్టీ' (అత్యుత్తమం) అన్న పేరుతో అనువదించారు. తరువాత లాటిన్ లో అల్మాజెస్ట్ మ్ అన్న పేరుతో అనువదించారు.

ఖగోళశాస్త్రంలో
నిజంగానే
ఇదో గొప్ప
గ్రంథం.

క్లౌడియస్ టోలమేయస్
క్రీ.శ. 85-165



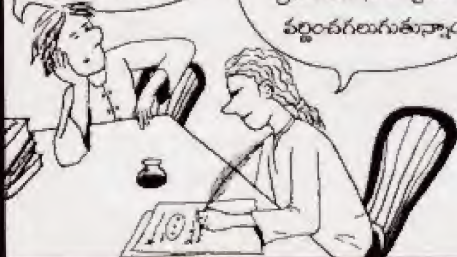
టోలమీ ఈజిప్టులో అలెగ్జాండ్రీయా నగరంలో జీవించాడు. అతడే గొప్ప ఖగోళశాస్త్రవేత్త, గణితవేత్త, భౌగోళికశాస్త్రవేత్త. అల్మాజెస్ట్ అనే ఖగోళశాస్త్ర మహాగ్రంథాన్ని రచించాడు.

ఖగోళశాస్త్రంలో అతడి పరిశోధనలు 1400 ఏళ్ల పాటు వర్తిల్లాయి.

టోలమీ సాధించిన విజయాల రహస్యం అతడి గణిత సమానాలలోనే ఉంది.

వానే ఉంది గాని ఈ అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ ఇందువులు గట్టా మింగుడు పడడం లేదోయ్.

అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ ఇందువులు అన్నీ పరిగ్గా పనిచేస్తాయి. వాటి వల్లనే గ్రహగతులని కచ్చితంగా పర్చించగలుగుతున్నాం.



అధిచక్రాలు గ్రహాలను భూమికి దగ్గరగా, దూరంగా తీసుకెళ్తే, గ్రహాలు పెద్దగా అయ్యి మళ్ళీ చిన్నగా ఎందుకు కావటం లేదు.

టోలమీ చెప్పిందంతా అక్షరాలా నిజమని సమ్మతించావా?



అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ బిందువులు మొదలైనవన్నీ కేవలం అనువైన ఊహా చిత్రాలేనని అవి భౌతిక ప్రపంచానికి సంబంధించినవి కావని మెల్లగా అర్థమయ్యింది.

బోలెమీ ఊహించిన విశ్వానికి భూమి కేంద్రం. సూర్యుడు,
 చంద్రుడు, శారల్లాంటి గ్రహాలు ఆ కేంద్రం చుట్టూ
 అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ బిందువులు మొదలైన గణిత
 సూత్రాలని అనుసరించి కదులుతుంటాయి.
 ప్రతీ గ్రహం ఓ ప్రత్యేక వ్యాసం గల గోళంలో ఇమిడి ఉంది.
 అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్న గ్రహానికి ఆవల
 పరిభ్రమిస్తున్న ఓ పెద్ద గోళంలో తారలు
 పొదగబడి ఉన్నాయి.

చిన్న చిన్న మార్పులు చేర్పులు మినహాయస్తే,
 బోలెమీ సిద్ధాంతాలు ఇంచుమించు 1400
 ఏళ్లపాటు యథాతథంగా నిలిచాయి. అల్మాజెస్ట్
 ప్రపంచ భాషల్లోకి అనువదించబడింది.
 బైబిల్లో పారాయణం చెయ్యబడింది. ఖగోళ
 శాస్త్రంలో అది చెప్పించే వేదం అయ్యింది.

Schema huius praeiussae diuisionis Sphaerarum.



విశ్వం గురించి మన ఆధునిక విజ్ఞానం
 దృష్ట్యా చూస్తే, బోలెమీ ఊహించిన విశ్వం
 పూర్తిగా తప్పుని అర్థమవుతోంది. కాని ఆ
 రోజుల్లో (తరువాత ఎన్నో శతాబ్దాల వరకు)
 ఆ ఊహగానమే శిరోధార్యం అయ్యింది.

తదనంతరం పలువురు మేధావులు బోలెమీ భావాలని
 సవాలు చేశారు. కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన విప్లవాత్మక
 భావాలు, టెస్టర్ ప్రతిపాదించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు,
 గెలిలియో పదును పెట్టిన దూరదర్శిని - ఇవన్నీ బోలెమీ
 ఊహించిన విశ్వభావనని కూలదోశాయి. ఖగోళ విజ్ఞాన
 చరిత్రలో ఒక చీకటి యుగానికి తెర పడింది.

క్రీ.పూ. 1000 కల్లా భూమి పక్షింటా చదునుగా లేదని, గోళాకారంలో ఉందని ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు తనుకున్నాడు.



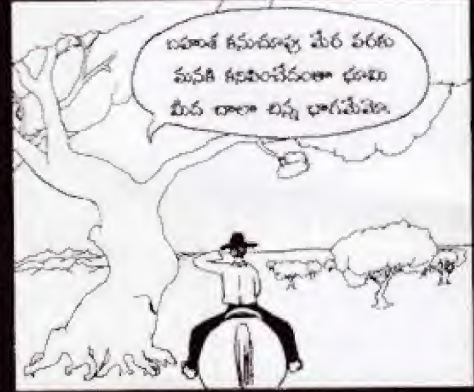
క్రీ.శ. 500కి చెందిన ప్రఖ్యాత భారతీయ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త అర్యభటటు దూరం నుండి భూమి ఎలా ఉంటుందో చెప్పడానికి ఒక సామాన్యం చెప్పాడు.

బంతి లాంటి తదంత ఫలం మీద పొడుచుకొచ్చే చిన్న చిన్న పువ్వుల్లా... మనం భూమి మీద నించుని ఉన్నాం. కిందకి అంటే భూమి కేంద్రం వైపు, పైకి అంటే కేంద్రానికి దూరంగా.

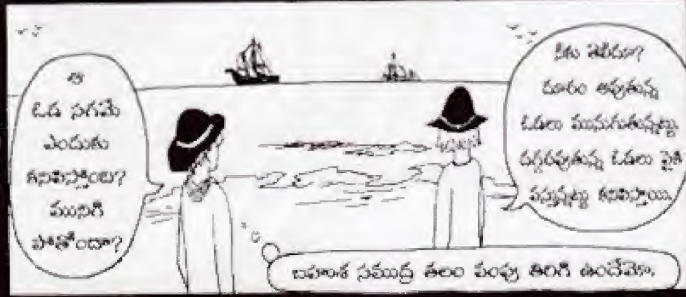
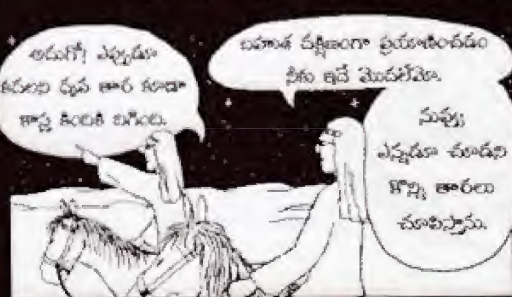


మరి భూమి బంతిలా ఉంటే చూడడానికి చదునుగా ఎందుకు కనిపిస్తుంది?

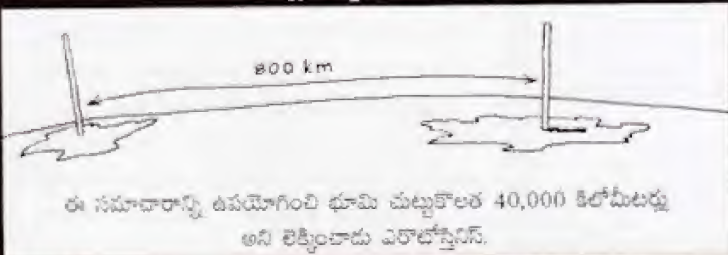
దానికి కొన్ని కారణాలు ఉన్నాయి.



మరి భూమి గుండ్రంగా ఉందని అసలు ఎందుకు అనుకున్నాడు? దానికి ఆధారాలు ఉన్నాయి. చాలా బలమైన ఆధారాలు.



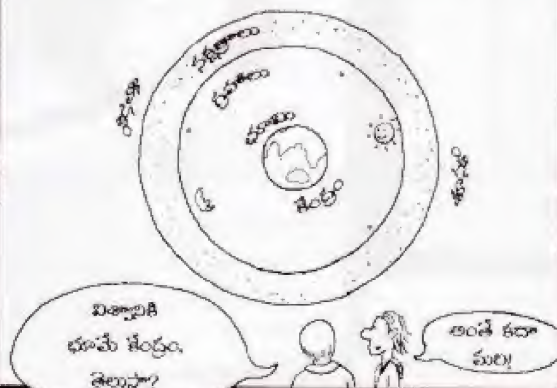
ఇంకా భూమి పరిమాణం ఎంత? క్రీ.పూ. 240లో ఎరాటోస్థెనిస్ అనే గ్రీకు పండితుడు ఈ సంగతి తేల్చాడు. భూమి పంపు తిరిగి ఉంటే సూర్య కాంతి వివిధ స్థలాలలో వివిధ కోణాలలో పడుతూ కనిపించాలి. ఈ తీర్మానంలోని నియం నగరంలో జూన్ 21న మిట్టమధ్యాహ్నంలో నిటానంగా పాతిన స్తంభానికి నీడ పడదన్నది తెలిసిన విషయమే. అదే రోజు అదే సమయంలో నియన్ కి 800 కిమీల దూరంలో ఉన్న అలెగ్జాండ్రీయాలో ఓ స్తంభం పాతిన నీడ పొడవు కొలిచాడు ఎరాటోస్థెనిస్.



మన నడిచే ఈ నేల, ఈ భూమి, 40,000 కిమీల చుట్టు కొలత గల ఓ పెద్ద బంతి అని ఎవరు ఊహించారు?



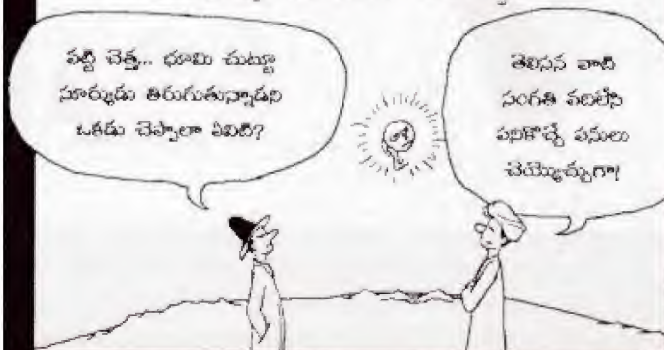
సాధ్యము. వేదము, గ్రంథములు, తారలు కూడా మన చుట్టూ
తిరుగుతున్నట్లుగా కనపిస్తాయి. మొదట్లో భగోళశాస్త్రవేత్తలు
ఈ చలనాలన్నిటికీ భూమి కేంద్రం అనుకున్నారు.



భూమే కాక, ఇతర గ్రహాలు కూడా సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతూ ఉండొచ్చని చాలా కాలంగానే మనుషులు అలోచిస్తూ వచ్చారు. రమారమి క్రీ.పూ. 250 కాలంలో సామోస్ నగరానికి చెందిన అరిస్టార్కుస్ ఇలా అన్నాడు...



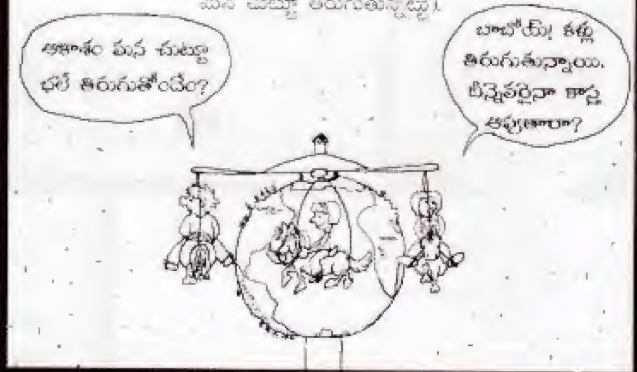
దురదృష్టవశాత్తు అలాంటి సిద్ధాంతాలను ఎవరూ పట్టించుకోలేదు.
అలాంటి విప్లవాత్మక భావాలకి లోకం ఇంకా సిద్ధంగా లేదు.



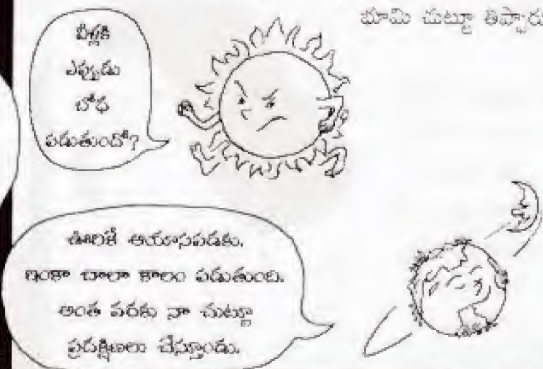
భూమి విశ్వానికి కేంద్రం కాదని ప్రస్తుతం మనకి తెలుసు. అసలు విశ్వానికి కేంద్రమే లేదు. ప్రపంచానికి కేంద్రం రోమ్ అని రోమన్లు అనుకునేవారట. ఈ భావన కూడా ఇంతే హాస్యాస్పదంగా ఉంది.



శ్రీ.శ. 500 కాలంలో అర్చభటుడు భూమి తన చుట్టూ
తాను బొంగరంలా రోజుతాకేసిరి తిరుగుతోందని తల్లిగారుచాడు.
భూమి తిరగదం వల్లే తారలు, గ్రహాలు తిరుగుతున్నట్లు కనిపిస్తున్నాయి
అన్నాడు (రంగుల రాట్నం మీద ఎక్కితే ప్రపంచం
మన చుట్టూ తిరుగుతున్నట్లు).



అలా కొన్ని వేల ఏళ్ల పాటు సూర్యుడినే పావం
చూచి చుట్టూ తిప్పారు.



దినరికి సూర్యుడిని ఆపి భూమిని కదిలించిన భువన కోపర్మికన్ కి దర్శించి.

బడికించావ్ కోపర్మికన్...
రాత్రించువళ్ళ ఇలా
పరుగెత్తడం ఇక
నావల్ల కాదు.

ఇది ఏదో ఒక రోజు
జరగాల్సిందే. పోస్ట్
బిటు కోడుగా నేనున్నా

ఏయ్!
ఉరికే తొందర పెట్టకు.
కొంచెం ఊచరి శీఘ్రకోసీ.



ఆ రోజుల్లో చలామణిలో
ఉన్న నమూనాలతో
ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు
విసిగిపోయారు.

అన్నీ
ఎందుకు
సరిగ్గా
పరిపావడం
లేదు?

బహుశా మనం
సరైన కోణం నుండి
చూడడం లేకపోయా.



శతాబ్దాల నాటి బోలిమీ నమూనాలకి మెరుగులు దిద్దాలి,
లేదా అవతల పారేయాలి.

మర్రితే చుంట్టుది ఫలహాళం
సంగతేంటి? మనకి దగ్గరగా
వస్తున్నట్లు పెద్దగా
ఎందుకు కనిపించదు?

మేరీ ఇంత
పెద్ద దోషమా?

అధిచక్రాలు కూడా వర్తి
నమూనాలే. నిజంగా గ్రహాల
హార్మోని ఎలా ఉంటాయో?

ఈ తిరోగమనం
గోలేంట్లా
బాబూ!

మమ్మల్ని
కాపాడే
నాటడే లేదా?

బహుశా
మన గణితం
తప్పిపోయింది.



ఆ రోజుల్లో మంచి ప్రాజెక్టులను ఉన్న సిద్ధాంతాన్ని
నవాలు చేసిన ధీరుడు కోపర్మికన్.

బోలిమీ సిద్ధాంతాలని ఒక స్థాయిని మించి బాగుపరచలేం.
దాని ప్రవాహంలోనే ఏదో దోషం ఉంది.

సూర్యుడిని కేంద్రంలో
ఉంచితే అంతా
తేటతెల్లంగా
విడిపోతుంది. చాప్లెన్
ఆధారాలని నమ్మి
పాత భావాలని
కూలదోయాలి.



నికోలాస్ కోపర్మికన్
1473-1543



పోలాండ్ లో పుట్టిన ఈ మేధావి
గణితవేత్త, ఖగోళశాస్త్రవేత్త, వైద్యుడు.
అనువాదకుడు, అర్థికశాస్త్రవేత్త,
సేనానాయకుడు... ఇంకా మరెన్నో...
సూర్యసిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించిన
వారిలో ఇతడు ప్రథముడు. అతడు
రాసిన 'రెవోల్యూషనాలిస్ ఓర్బియమ్
సెలెస్టియమ్' (ఖగోళ వస్తువుల
చలనాలు) అనే గ్రంథం ఆధునిక ఖగోళ
విజ్ఞానానికి మేలుకొలుపు అయ్యింది.

ఈ సూర్యసిద్ధాంతాన్ని గురించి ప్రాచీన
ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి ఏదో అవిష్కృష్టమైన
అవగాహనే ఉండేది. కాని కోపర్మికన్
సిద్ధాంతం ఊరికే ఒక భావన కాదు.

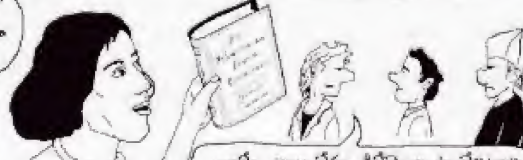
సంపూర్ణ గణిత సాధనలతో కూడుకున్న సమగ్ర సిద్ధాంతం. తన కొత్త
సిద్ధాంతానికి కావలసిన లెక్కలన్నీ వెయ్యడానికి అతడికి 30 ఏళ్ళు పట్టింది.

గ్రహాల తిరోగమనం అనేది కేవలం
సూర్యుడి చుట్టూ భూమి గమనం వల్ల
కలుగుతున్న ఒక ప్రభు మాత్రమే.

రూపాంతరం అంతా
ఎంత తేటతెల్లంగా
ఉందో?

వీధికి, పెరుట్టలకు కూడా
సూర్యుడి చుట్టూనే తిరుగుతున్నాయి.
అవి సూర్యుడికి దగ్గరగా కూడా
ఉన్నాయి. అందుకే వాటి కక్ష్యలు
కూడా చిన్నవి.


గ్రహగతులకి
సంబంధించిన ఎన్నో చిక్కు ముళ్ళని ఇతడి సిద్ధాంతం విష్కరించింది.
అతడి నమకాలినులకి అతడి భావాలు అర్థం కాలేదు.



నాకేం అలా లేదు. నీకెప్పుడూ ఉండేవిల్లా?

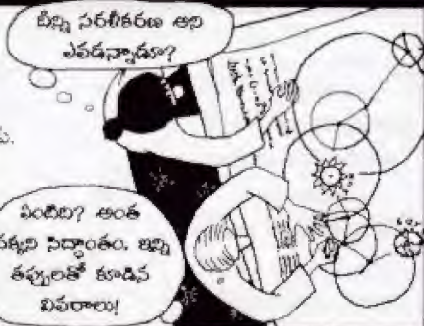
కోపర్మికన్ భావాలు స్వీకరించబడడానికి ఒక శతాబ్ద కాలం పట్టింది. భూమి కేంద్రంగా ఉందనే
సిద్ధాంతానికి ఈ సూర్యసిద్ధాంతం పూర్తిగా వ్యతిరేకం. చిట్టచివరికి ఖగోళ విజ్ఞానం చీకటి యుగం
నుండి బయటపడింది. ఆధునిక ఖగోళశాస్త్ర పితామహుడిగా కోపర్మికన్ గుర్తించబడ్డాడు.

దురదృష్టవశాత్తు కోపర్లికన్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతం భూమి కేంద్రం అనే సిద్ధాంతం కన్నా మెరుగైనదేం కాదని తరువాత తేలింది.



సిద్ధాంతం బానే ఉందిగాని..

దీనికి రెండు కారణాలు ఉన్నాయి. మొదటిది: గ్రహ కక్ష్యలు సాగదీసిన వృత్తాలని కోపర్లికన్ గ్రహించలేకపోయాడు. వాటికి బదులు ఇతను కూడా అధిచక్రాలనే పట్టుకు వేలాడాడు. పైగా తప్పుడు పరిశీలనల ఆధారంగా ఇతడు లెక్కలు వేశాడు.



దీన్ని సరళీకరణ అని ఎవడన్నాడూ?

ఏంటిది? అంత చక్కని సిద్ధాంతం. ఇన్ని తప్పులతో కూడిన వివరాలు!


గ్రహగతుల నిర్ణయానికి సంబంధించిన చిక్కులే కాదు, మూల సిద్ధాంతంలో కూడా కొన్ని చిక్కులు ఉన్నాయి.

సూర్యుడి చుట్టూ మువ్వలంతా అంత వేగంగా కదులుతుంటే మరి మనదేమీ అనిపించడం?

మరి ఇంత పెద్ద మట్టి గడ్డని సూర్యుడి చుట్టూ తోస్తున్నారెవరో?

దూకు నిజంగా కదులుతున్నట్లుంటే తారల విన్యాసంలో దృష్టి విక్షేపం కనిపించాలిగా?

దృష్టి విక్షేపమా? అదేంటి?



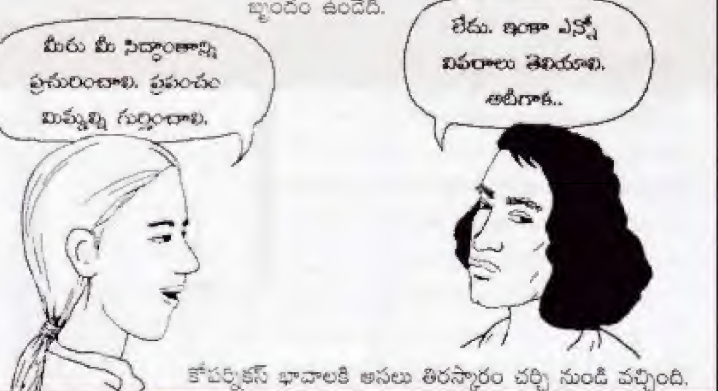
32వ పేజీలో దృష్టి విక్షేపం గురించిన చర్చ చూడండి

అలాంటి మౌలికమైన ప్రశ్నలకి సంబంధించిన సమాధానాలు తరువాత తెలిశాయి. అవి సూర్యసిద్ధాంతం మీద ఉన్న సందేహాలని తొలగించడమే కాక, విశ్వ గతుల గురించి మరింత లోతైన అవగాహనని అందించాయి. కాని కోపర్లికన్ సిద్ధాంతానికి అది అవరోధాలు అయ్యాయి.

కోపర్లికన్ ని అందరూ వ్యతిరేకించలేదు. నిజానికి అతడికి చాలా పెద్ద అభిమానుల బృందం ఉండేది.

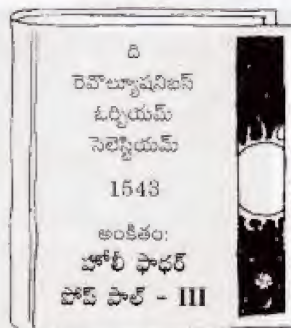
మీరు మీ సిద్ధాంతాన్ని ప్రచురించాలి. ప్రపంచం మిమ్మల్ని గుర్తించాలి.

లేదు. ఇంకా ఎన్నో వివరాలు తెలియాలి. అలాగోక..



కోపర్లికన్ భావాలకి అసలు తిరస్కారం వచ్చి నుండి వచ్చింది.

చర్చి గాని తన భావాలని తిరస్కరిస్తే ఇక తనని చేపుడే రక్షించాలని కోపర్లికన్ కి బాగా తెలుసు. చర్చిని నొప్పించకుండా జాగ్రత్తగా మెలగాలి. కాని తన ఆసిస్టెంట్ చాలా తెలివిగా ఆ పుస్తకాన్ని ప్రచురించాడు.



దురదృష్టవశాత్తు ఆ పుస్తకానికి అనుకున్నంత పేరు రాలేదు. ఓ శతాబ్దం కాలం ఆ సిద్ధాంతం మూలన పడింది. కాని సూర్యసిద్ధాంతాన్ని ఎంతో కాలం నిశ్శక్తిం చెయ్యలేకపోయారు. భూకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని ఎంతో కాలం సమర్థించలేకపోయారు.

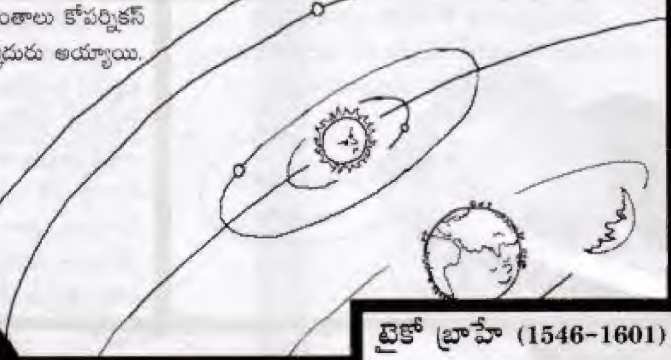
కోపర్లికని చెప్పినది నిజమే. దాని గురించి ఏదో ఒకటి చెయ్యాలి.

అప్పుడు. ఏదో ఒకటి చెయ్యాలి.



వైకో బ్రాహ్మ ఒక డేనిష్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త. అతడి సిద్ధాంతాలు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలకి చుక్కెదురు అయ్యాయి.

నిజమే.
గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ
తిరుగుతాయి. భూమి
చుట్టూ తపస్సు
ఈ గ్రహాలన్నీనీతో పాటు
సూర్యుడు కూడా భూమి
చుట్టూ తిరుగుతున్నాడు.
ఈ భూమే విశ్వానికి కేంద్రం.



వైకో బ్రాహ్మ (1546-1601)



దెన్మార్క్లో పుట్టాడు. యూరెనిటోర్ వేధకాల (స్వర్ణమల్బుమైన వేధకాల అని అర్థం) ని నిర్మించాడు. ప్రపంచంలో మొట్టమొదటి శైల్జానిక సంస్థ ఇదే. కచ్చితమైన ఖగోళ పరిశీలనలు చేస్తాడని పేరు తెచ్చుకున్నాడు.

కోపర్నికస్ బోధించిన విప్లవపాతకి వైకో భావాలు గొడ్డలిపెట్టు అయ్యాయి. కోపర్నికస్ భావాలని ఒప్పుకుంటున్నట్టే ఒప్పుకుని భూమిని విశ్వానికి కేంద్రం చేశాడు వైకో. గ్రహాల సాపేక్ష చలనాల బట్టి చూస్తే వైకో బోధనకి, కోపర్నికస్ బోధనకి మధ్య తేడా లేదు. భూమి నుండి కనిపించేది ఎలాగూ సాపేక్ష చలనాలే కాబట్టి ఇది పెద్ద సమస్య కాలేదు.

వైకో చేసినదల్లా నిరూపకాలని మార్చడమే. కోపర్నికస్ వర్ణించిన గ్రహచలనాలనే అతడూ స్వీకరించి, ఆ నిరూపకాలకి మూలం వద్ద మాత్రం భూమిని ఉంచాడు. నిరూపకాలని మార్చినంత మాత్రాన సాపేక్ష చలనాలు మారవు.

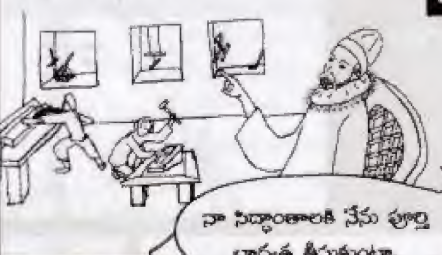
కోపర్నికస్ సిద్ధాంతానికి ఆ విధంగా వైకో సమాధి కట్టి, ఆ మూల భావాలని మాత్రం తన సిద్ధాంతంలో తెలివిగా కలిపేసుకున్నాడు.

సూర్యుడు కేంద్రం అని గుర్తించలేకపోయాడు. అలాగని ఖగోళశాస్త్రానికి అతడు చేసిన సేవలని తక్కువచెయ్యాలేం. ఖగోళపరిశీలనలు కచ్చితంగా చెయ్యడం ఎంత ముఖ్యమో అతడు మరిచుకో గుర్తుచేసేవాడు.



నీ పరిశీలనల్లో దోషాలు ఉన్నాయి. కాబట్టి నీ సిద్ధాంతం తప్పకుండా తప్పిస్తుంది. కోపర్నికసికి ఏం గతి పట్టేదో తెలిసేదా?

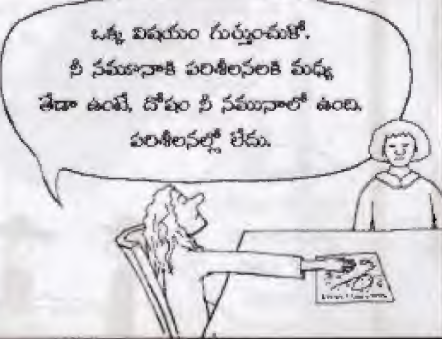
ఆ రోజుల్లో లభ్యమైన పరిశీలనల మీద వైకోకి పెద్దగా నమ్మకం ఉండేది కాదు.



నా సిద్ధాంతాలకి నేను పూర్తి బాధ్యత తీసుకుంటా.

తన జీవితంలో అధిక భాగం కచ్చితమైన పరిశీలనలు చెయ్యడంలోను, సునిశితమైన పరికరాలు నిర్మించడంలోను గడిపాడు.

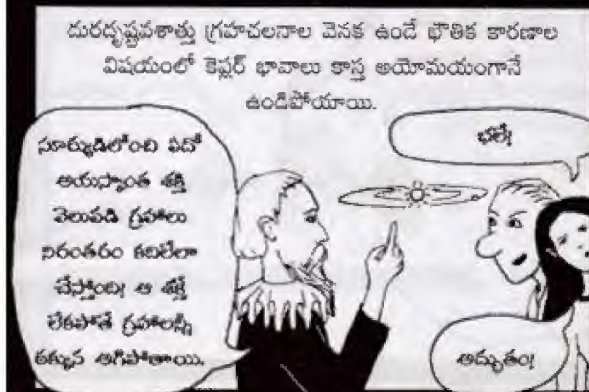
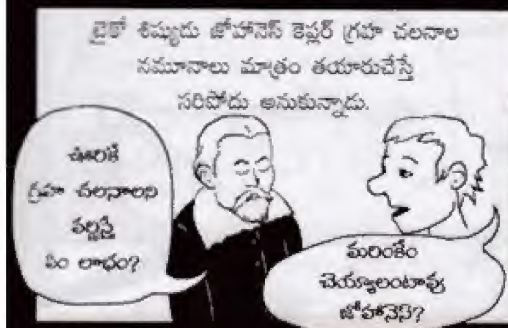
కొందరు సహచరులతో వైకో ఓ దశాబ్దం పైగా పని చేశాడు. అతడు సేకరించిన సమాచారం భావి ఖగోళ శాస్త్రవేత్తల పెన్సిఫి అయ్యింది.



ఒక్క విషయం గుర్తుంచుకో. నీ నమూనాకి పరిశీలనలకి మధ్య తేడా ఉంటే, దోషం నీ నమూనాలో ఉంది. పరిశీలనల్లో లేదు.

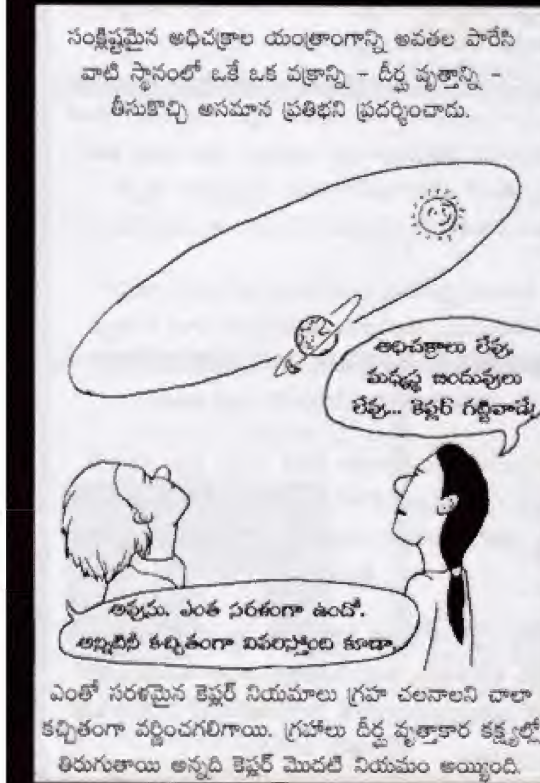
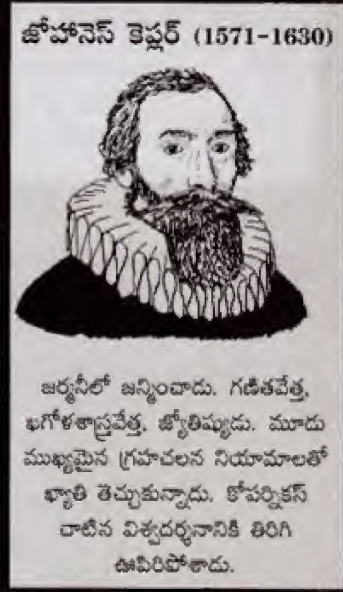
ఒక దశలో వైకో తన కృషిలో సహాయం చెయ్యమని మర్రవాదైన కెప్లర్ని అడిగాడు. వారిద్దరి సహకారం ఖగోళ విజ్ఞానం పాలిట చరం అయ్యింది.

వైకో సేకరించిన సమాచారం కెప్లర్కి ఎంతో ఉపయోగపడింది. దాని సహాయంతో తన సొంత గ్రహ చలనాల సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. ఈ విధంగా సూర్య సిద్ధాంతానికి మళ్ళీ ప్రాణం పొయ్యడంలో కెప్లర్ ఎంతో సహాయపడ్డాడు.

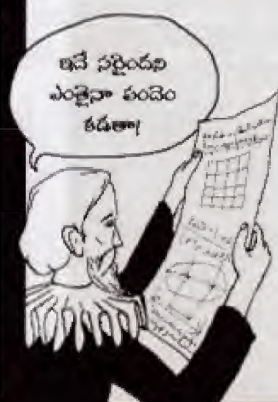


చివరికి గ్రహ చలనాలని కేవలం పైపైన వర్ణించాడు. 17వ శతాబ్దం మధ్యలో కెప్లర్ మూడు ముఖ్యమైన నియమాలని ప్రవచించానికి వెళ్లి చీకాడు.

వాటినే ఇప్పుడు కెప్లర్ నియమాలు అంటారు. ఆ తరువాత దశాబ్దాలలో పుట్టిన భౌతిక సిద్ధాంత నిర్మాణంలో ఈ నియమాలు ముఖ్య పాత్ర పోషించాయి.



మరో చిత్రమైన విషయం ఏమిటంటే బైకో సేకరించిన సమాచారం కెప్లర్ కి తన పనిలో ఎంత పనిపడ్డింది. బైకో సమాచారం పూర్తి నిర్దోషంగా ఉంది కాబట్టే, అధిచక్రాలు సరైన సమూహాలు కావని కెప్లర్ భావించాడు. వాటి బదులు దీర్ఘవృత్తాలు ఉపయోగించి చూశాడు.

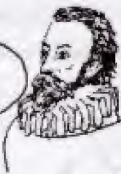


బైకో పరిశీలనలుకేవలం కంటితో చూసి చేసిన అత్యంత కచ్చితమైన పరిశీలనలు. ఆ తరువాత దశాబ్దాలలో దూరదర్శిని సహాయంతో చేసిన పరిశీలనల ముందు ఇవి దిగదుడుపే.

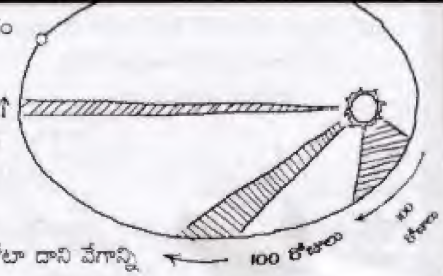
దూరదర్శినితో సాధించిన సమాచారం అందుబాటులో ఉంటే గ్రహకక్ష్యలు కచ్చితమైన దీర్ఘవృత్తాలు కూడా కావని కెప్లర్ గ్రహించి ఉండేవాడు. బైకో సమాచారం కెప్లర్ ఊహకి సరిగ్గా సరిపోయింది.

మొదటి నియమం గ్రహాల కక్ష్యలకి సంబంధించినది అయితే, రెండవ నియమం వాటి వేగం మారే తీరుకి సంబంధించినది.

సూర్యుడిని గ్రహాన్ని కలిపే ఈహోరేఖ ఒకే వ్యవధిలో ఒకే బిస్టర్లక గల ప్రాంతాన్ని చాటుతుంటుంది.

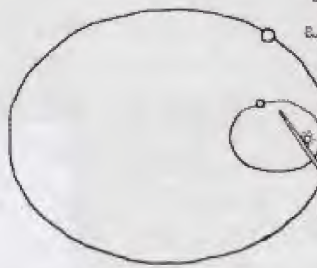


100 రోజులు



ఈ నియమం సహాయంతో ఒక బిందువు వద్ద గ్రహ వేగం తెలిస్తే, ఇక కక్ష్య మీద ప్రతి బోటా దాని వేగాన్ని కనుక్కోవడానికి వీలవుతుంది.

మొదటి రెండు నియమాలు గొప్పవే అయినా, మూడవ నియమం సాటి లేనిది. కక్ష్య వ్యాసార్థానికి, కక్ష్య ఆవృత్తి కాలానికి మధ్య సంబంధాన్ని ఈ నియమం చెపుతుంది.



కక్ష్య ఆవృత్తి కాలానికి (T), దాని వ్యాసార్థానికి (S) మధ్య సంబంధం ఒక గోళం ఆయతనానికి (Volume) దాని ఉపరితలానికి మధ్య సంబంధం లాంటిది.



గణితపరంగా అయితే, $T^2/S^3 = \text{స్థిరాంకం}$. ఉదాహరణకి మరో గ్రహం కన్నా 4 రెట్లు పెద్ద కక్ష్య గల గ్రహపు సంవత్సర కాలం 8 రెట్లు ఎక్కువై ఉంటుంది.

ఆ కాలంలో లభ్యమైన సమాచారానికి, కెప్లర్ సమూహాలకి మధ్య సరిగ్గా సరిపోయింది. బోలెడు ఆరంభించిన శోధనకి కెప్లర్ పరిష్కారం కనుక్కున్నాడు. కాని కెప్లర్ సిద్ధాంతాలు ఒక యాత్రకి అంతాన్ని సూచిస్తూనే, మరో మహాయాత్రకి శ్రీకారం చుట్టాయి.

అన్ని గ్రహాలకి సమానంగా వర్తించటంలో కెప్లర్ నియమాల గొప్పదనం ఉంది (ఒక్క చంద్రుడికి తప్ప). వాటిలో ఏదో మౌలికమైన లక్షణం ఉంది. ఇహుక, కెప్లర్ నియమాలని మరింత లోతుగా శోధిస్తే విశ్వవలనాల గురించి మరింత లోతైన అవగాహన ఏర్పడుతుందేమో?

సరిగ్గా అలాగే జరిగింది. కెప్లర్ నియమాలకి గెలీలియో దూరదర్శిని తోడు కాగా, న్యూటన్ సూత్రీకరించిన గణిత సమీకరణాలు వాటికి ఊపిరి పోయగా, ఓ కొత్త ఖగోళవిజ్ఞానం కట్టు తెరిచింది.

కోపర్నికన్ సిద్ధాంతాలని ఆది నుంచి కూడా కెప్లర్ సమర్థిస్తూనే వచ్చాడు. కాని అతడు ప్రతిపాదించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు సూర్యసిద్ధాంతానికి కొత్త జన్మనివ్వలేదు. కోపర్నికన్ సిద్ధాంతాన్ని టైకో ఎలా మార్చేశాడో, అదే విధంగా కెప్లర్ నియమాలని కూడా మార్చడానికి సాధ్యమవుతుంది. సూర్యుడు, తన చుట్టూ తిరిగే గ్రహాలతో బాటు, భూమి చుట్టూ దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలో తిరుగుతున్నాడని అనుకుంటే కొంపలేం అంటుకుపోవు.

కాని అద్భుతవశాత్తు చందమామ కెప్లర్ నియమాలని అనుసరించదు. చందమామ ఇతర గ్రహాల లాగా సూర్యుడి చుట్టూ తిరగదని, కాబట్టి వాటి లాగా ప్రవర్తించదని కెప్లర్ వాదించాడు. కెప్లర్ వాదనలో బలం ఉంది.

కాని తదనంతరం గెలీలియో చేసిన ఎనలేని కృషి, న్యూటన్ నిర్మించిన గణితపరమైన భౌతిక సిద్ధాంతం - చివరికి ఈ రెండిటి సమిష్టి శక్తితోనే భూకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని భూస్థావితం చెయ్యడానికి వీలయ్యింది.

చివరికి కెప్లర్ బోధించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యల ఖగోళశాస్త్రమే అసలైన ఖగోళశాస్త్రం అన్న విషయాన్ని అంతా సమ్మతించారు. గతంలో ప్రతిపాదించిన ఖగోళ సిద్ధాంతాలన్నిటికీ మిన్నగా కెప్లర్ సిద్ధాంతమే వెలిగింది.

దూరదర్శిని
గెలీలియో
కనిపెట్టాడు
అని అందరూ
అనుకుంటారు. కాని
అది నిజం కాదు.

మరి గెలీలియోకి దూరదర్శిని
మధ్య సంబంధం ఏంటి?

Galileo



దూరంగా ఉన్న వస్తువులని దగ్గరగా చూపించే కొత్త పరికరం ఏదో
ఉందన్న గాలివార్త వినగానే గెలీలియో ఇక ఆలస్యం చెయ్యలేదు.

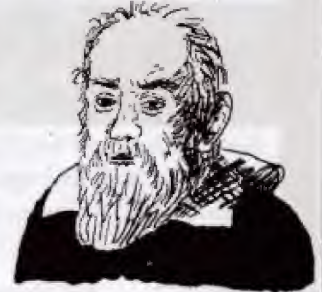
బ్రహ్మాండం!



సూర్యసిద్ధాంతంతో కోపర్నికస్ పేరు ముదివడినట్టే ఇదీను. ఎందుకంటే
ఆ భావన అంతకుముందు వెయ్యేళ్లుగా ఉంది. కాని ఆ భావనని ఓ
సంపూర్ణ సిద్ధాంతంగా తీర్చిదిద్దిన ఘనత కోపర్నికస్కే దక్కింది.

అలాగే గెలీలియో కూడా
భగోళశాస్త్రంలో దూరదర్శిని
వినియోగాన్ని ప్రవేశపెట్టాడు.
జీవితాంతం ఆ పరికరానికి
మెరుగులు దిద్దుతూ పోయాడు.
దాంతో అంతవరకు
ఏ మానవుడు చూడని అంతరిక్ష
వింతలెన్నో చూశాడు.
గెలీలియో ప్రవేశపెట్టిన
దూరదర్శిని పరిశీలనాత్మక
భగోళశాస్త్రంలో విప్లవాన్ని
తీసుకువచ్చింది.

గెలీలియో గెలీలి
(1564-1642)



ఇటలీలో జన్మించాడు. భగోళశాస్త్రంలో
దూరదర్శినిని ప్రవేశపెట్టాడు.
అంతవరకు కన్ను చూడని ఎన్నో
అంతరిక్ష వస్తువులని కనిపెట్టాడు.
ఎవరూ చూడని వింతలెన్నో చూశాడు.
కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన
సూర్యసిద్ధాంతానికి మళ్ళీ ప్రాణం
పోశాడు. చర్చి బోధలకి వ్యతిరేకంగా
గెలీలియో సిద్ధాంతం ఉంది. కాబట్టి
గెలీలియోని చివరి రోజుల్లో ఇంట్లోనే
నిర్బంధించారు.

గణితాత్మక ప్రయోగాలు చెయ్యడంలో
కూడా గెలీలియో మొదటివాడయ్యాడు.
క్రమబద్ధంగా చలనాలని అధ్యయనం
చేశాడు.

ఆధునిక పరిశీలనాత్మక భగోళ
విజ్ఞానానికి గెలీలియో పితామహుడుగా
పిలవబడతాడు. ఆధునిక విజ్ఞానానికి
మూలపురుషుడు అని కూడా అంటారు.

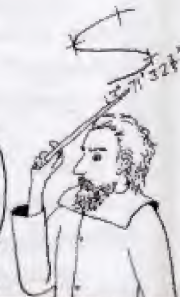
దూరదర్శిని వల్ల రెండు విజయాలు
సాధించారు. మొదటిది...



అంతవరకు ఉద్వాయులని కూడా
తెలియ ఎన్నో వస్తువులతో విశ్వం
బండిపోయి ఉంది.

రెండవది, దూరదర్శినితో ఎన్నో సూక్ష్మమైన వివరాలని
కనిపెట్టావ్వు...

అంటే మరొక కబ్బితమైన
పరిశీలనలు చెయ్యొచ్చు.
అంటే ఇక మనో
సహజాలానికి తిలోదకాలు
కొలిచిపోయాయి.



దూరదర్శనితో గెరిలియో చేసిన పరిశీలనలలో ముఖ్యమైనది అంతవరకు కంటికి కనిపించని అసంఖ్యాకమైన తారలను కనుక్కోవడం.



మనం పాలభ్రంక అనుకున్నేది కూడా పెద్ద తారల గుంపలెలా, ఎవరికి తెలుసు?

దూరదర్శనితో గ్రహాలని మరింత పెద్దగా చూడడానికి వీలయ్యింది. తారలు ఇంకా ప్రవాళవంతంగా కనిపించాయి గాని ఎప్పుడైతే చుక్కల్లాగే కనిపించాయి.

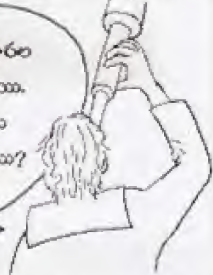


దీని ఆర్థం ఏంటువ్వా? దహంక తారలు మనం చూపించలేనంత దూరాలలో ఉన్నాయేమో. అందుకే సూర్యుడి చుట్టూ భూమి చులనాన్ని పరిగణనలోకి తీసుకున్నా తారలలో బిగ్గరం కనిపించకుంటేమో.

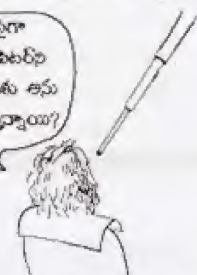
తన సమకాలీనుడు కెప్లర్‌లాగానే గెరిలియో కూడా కోపర్నికన్ సిద్ధాంతాన్ని గాఢంగా నమ్మేవాడు.

అతడు చేసిన అత్యంత అద్భుతమైన ఆవిష్కరణల్లో ఒకటి జూపిటర్ చందమామలు. జూపిటర్‌కి సన్నిహితంగా కదులుతున్న మూడు తారల లాంటి వస్తువులని కొన్ని నెలల పాటు గమనించాడు.

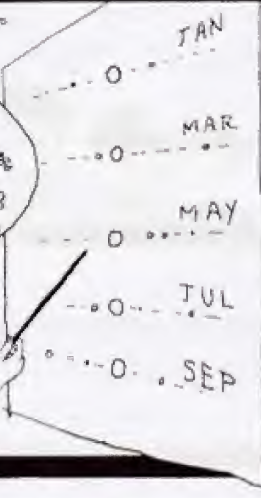
దూడదానికి తారం లాగానే ఉన్నాయి. కాని ఎందుకు సంచరిస్తున్నాయి?



పైగా జూపిటర్‌ని ఎందుకు అను సరిస్తున్నాయి?



నిజానికి అవి సరళరేఖలో ముందుకి వెళ్ళి జూపిటర్‌లోంచి పోతున్నట్లు ఉన్నాయి. అర్థమయ్యిందా?



నిజంగానే భూమికి ప్రత్యేకత ఏమీ లేదు. భూమికి ఒకే చందమామ ఉంది. జూపిటర్‌కి నాలుగు ఉన్నాయి. ఈ విధంగా కోపర్నికన్ సిద్ధాంతం మరింత బలపడింది.

గెరిలియో చురెన్స్కో ఆసక్తికరమైన విషయాలు గమనించాడు.

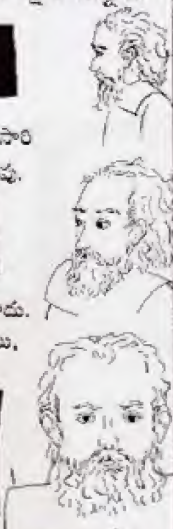
చందమామకి ఉన్నట్లే వీసనకి కూడా పక్షాలు ఉన్నాయి.



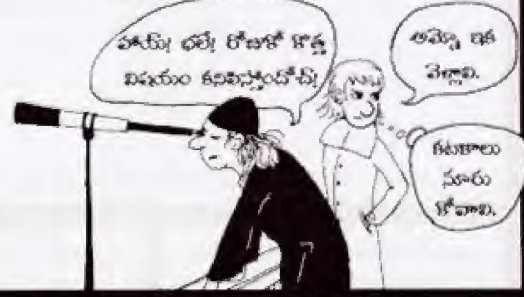
సాటర్న్‌కి రెక్కలు ఉన్నాయి. ఒకసారి కనిపిస్తాయి, ఒకసారి కనిపించవు.



చందమామ నునుపైన గోళం కాదు. దాని ఉపరితలం నిండా గుట్టలు, గోతులు ఉన్నాయి.



అంతవరకు నిమ్మకు నీరెత్తినట్లు ఉన్న ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గెరిలియో ఆవిష్కరణల గురించి విని ఉలిక్కిపడి మేలుకున్నారు. ఉసారి ఆరాతం కేసి చూడాలని వాళ్ళకే అనిపించింది.



ఏమీ! భలే రోజుకో కొత్త విషయం కనిపిస్తోందోచ్!

అమ్మో ఇక తెల్లారి.

గుట్తాలు పూర్తి కోవాలి.

దూరదర్శని పరపతి వేగంగా పెరిగింది. పరిశీలనాత్మక ఖగోళశాస్త్రంలో దాని ప్రాముఖ్యత విపరీతంగా పెరిగింది.

ఆ సాధనం గత శతాబ్దాలలో అమితంగా అభివృద్ధి చెందింది. గెరిలియో కాలం నాటి నుండి దాని ప్రాముఖ్యత తగ్గలేదు.



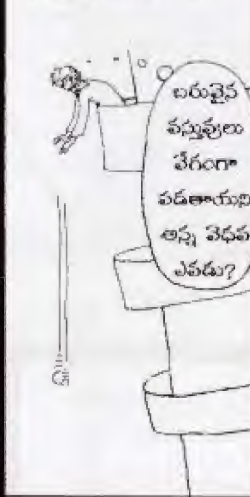
నేనో ఖగోళశాస్త్రవేత్తని అయ్యాను నాన్నా!

నాకు తెలుసు బాబూ ఇంద్. దీంతో ఓ దూరదర్శని కొనుక్కో

గ్రహచలనాలని కేవలం జ్యామితి పరంగా అర్థం చేసుకుంటే అది సూర్యసిద్ధాంతాన్ని విరూపించడానికి సరిపోదు. కాబట్టి చలనం వెనక ఉన్న భౌతిక శాస్త్రాన్ని క్రమబద్ధంగా అధ్యయనం చెయ్యడం మొదలుపెట్టాడు గెలీలియో.

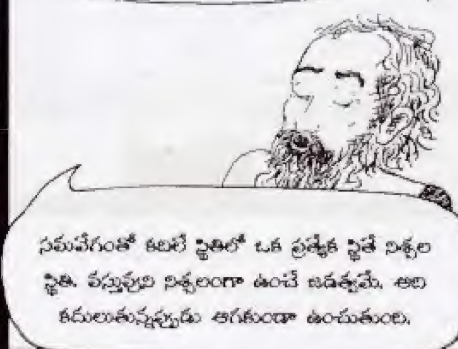


ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి...



... తన సొంత నిర్ణయాలకి వచ్చాడు.

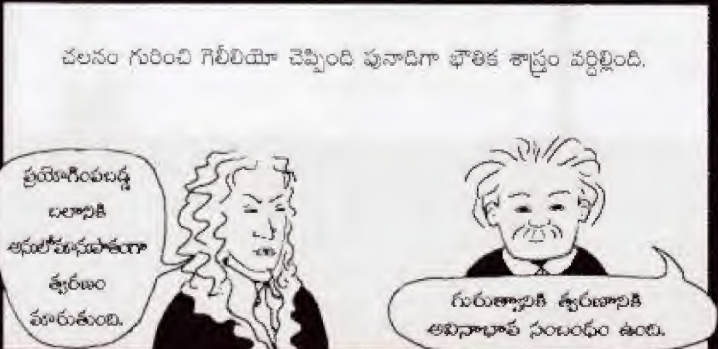
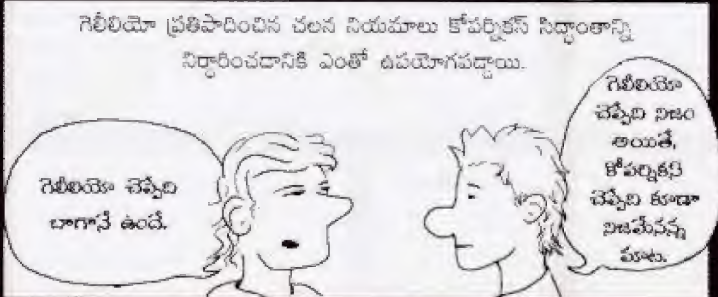
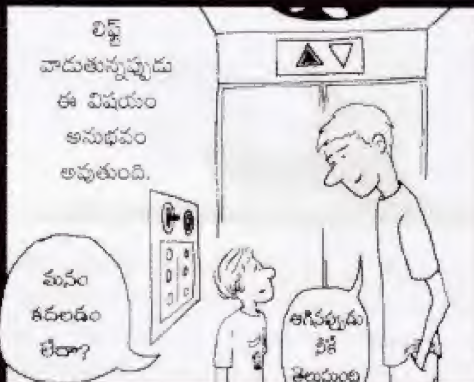
సమవేగంతో చలనం వస్తువుల సహజ స్థితి. వస్తువులు సమవేగంతో కదలడానికి బాహ్య బలం అక్కర్లేదు.



అతడి భావాలు చాలా సంవత్సరాలకు తోచాయి.

చలనాన్ని పూర్వదానికి - అంటే ఆగిన వస్తువుని కదల్చడానికి, సమ వేగంతో కలిపే వస్తువుని ఆపడానికి - బాహ్య బలం కావాలి.

సమ వేగంతో కదులుకున్నప్పుడు, ప్రచండ వేగంతో కలిఖనా కూడా, ఏమీ తెలీదు. కాని వేగంలో మార్పు వచ్చిందంటే మాత్రం వెంటనే తెలిసిపోతుంటుంది.



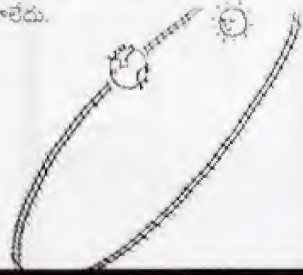
పరిశీలన, తర్కం అనే రెండు పునాదుల మీద గెలీలియో తన విశ్వ భావనని నిలిపాడు. అతడి సిద్ధాంతాలు సంవత్సరాలకు ఉండేవి. ముఖ్యంగా మతబోధనలకి విరుద్ధంగా ఉండేవి. ఈ సంగతి చర్చికి తొత్తిగా నచ్చలేదు.

గెలీలియోని జైల్లో పెట్టారు. అతడి రచనలని బహిష్కరించారు. తన చివరి రోజుల్లో గృహనిర్బంధంలో బతకాడు.

గెలీలియోని, అతడి విజ్ఞానాన్ని ఒప్పుకోడానికి చర్చికి 400 ఏళ్లు పట్టింది. 1992లో పోప్ జాన్ పాల్ - II, గెలీలియోతో చర్చి వ్యవహరించిన తీరుకు చర్చికి ప్రతినిధిగా క్షమాపణ చెప్పుకున్నాడు. భూమి నిశ్చలంగా లేదని బహిరంగంగా ఒప్పుకున్నాడు.

ఘోకాస్ట్రాన్ని అంతరిక్ష వస్తువుల పౌతిక శాస్త్రంగా అర్థం చేసుకోవాలని కెప్లర్ ఇతర ఘోకాస్ట్రవేత్తలని ఒప్పించడానికి ప్రయత్నించాడు. చలనం గురించి కొంత మౌలికమైన అవగాహనని సాధించాడు గెలిలియో. కానీ గ్రహ కక్ష్యల విషయంలో మాత్రం ఎవరికీ ఏమీ అర్థం కాలేదు.

గ్రహాలు అంత చుట్టూ పరిభ్రమిస్తే తిరిగివస్తాల్సి ఎలా తిరుగుతున్నాయి? లహూర్ అంకలక్ష్మంలో అద్భుత మార్గాలు ఏవైనా ఉన్నాయేమో?



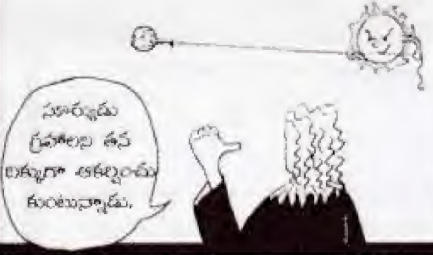
కెప్లర్ సమూహాలకి, న్యూటన్ రూపొందించిన గణిత యాంత్రిక శాస్త్రానికి మధ్య వారధిలా నిలిచినవాడు రాబర్ట్ హుక్.



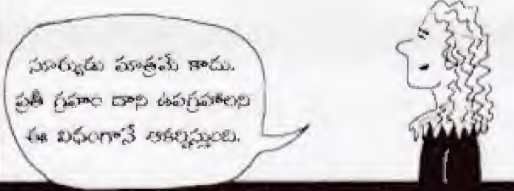
హుక్ గొప్ప సహజ మేధావు గలవాడు. కానీ తన భావాలని శాస్త్ర సిద్ధాంతంగా పెంపొందించడానికి కావలసిన గణిత సామగ్రి అతనికి తెలియదు.



అసలు గురుత్వాకర్షణ అనేది ఉంటోందని మొట్టమొదట గుర్తించినవాడు హుక్...



ఘోక విజ్ఞానంలో గురుత్వం పాత్ర వాగా ప్రదీపించాడు.



దగ్గరగా ఉన్న వస్తువుల మీద గురుత్వాకర్షణ మరింత బలంగా ఉంటుందని కూడా హుక్ అన్నాడు. అందుకే సూర్యుడికి దూరంగా ఉన్న గ్రహాలకన్నా, దగ్గరగా ఉన్న గ్రహాలు వేగంగా కదులుతాయి.

హుక్ భావాలు చాలా ఆకర్షణీయంగా ఉన్నాయి. కానీ వాటికి గణితపరమైన పునాదులు లేవు. అదృష్టవశాత్తు గణితంలో న్యూటన్ అసమాన ప్రతిభాశాలి. అతడు కూడా ఈ దిశలోనే అలోచిస్తున్నాడు. తదనంతరం ఓ నడుగ్రసిన నైజానిక సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. ఘోక పౌతిక శాస్త్రానికి ఉపిరి పోతాడు.

గెటెలియో, హుకీల భావనలు అమూల్యమైనవే.
అలాగే కెప్లర్ నియమాలు ఆమోహమైనవే.
కాని వాటిని మాటలతో వర్ణిస్తే సరిపోదు.
అది సంపూర్ణ అవగాహన అనిపించుకోదు.
కెప్లర్ నియమాలని గణిత సూత్రాలతో
వర్ణించగల ఓ కొత్త సిద్ధాంతం కావాలి.

అలాంటి సిద్ధాంతాన్ని
సాధించిన ఘనత బసాక్
స్వామినేతే దక్కింది. అలాంటి
సిద్ధాంతాన్ని అత్యంత
సూక్ష్మంగా వర్ణించడమే
కాదు, అందుకు కావలసిన
గణితాన్ని కూడా అతడు
కొత్తగా రూపొందించాడు.

సూర్యుడి నుండి దూరం అవుతున్న కొద్దీ
గురుత్వాకర్షణ తక్కువ అవుతుందని హుక్
అంటున్నాడు. కాని ఆ దూరానికి,
ఆ ఆకర్షణ బలానికి మధ్య గణితపరంగా
సంబంధం ఏమిటో అతడు
తెలుసుకోలేకపోయాడు. అప్పటికి ఇంకా
అదో రహస్యంగా మిగిలిపోయింది.

చివరికి గురుత్వం విలోమ నియమాన్ని
అనుసరిస్తోందని తెలిసింది.
దూరం యొక్క వర్గానికి విలోమంగా గురుత్వ బలం
మాటుతుందని ఈ నియమం చెప్తుంది.

ఇది చాలా
సులభం. దూరం
రెండింతలు అయితే
బలం నాలుగింతలు
క్షీణిస్తుంది.



ఇప్పటికే మిగిలిన అసలు ప్రశ్న ఒకటి: వర్గ విలోమ నియమం
వల్ల దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు ఏర్పడతాయా?

అందుకు
సమాధానం
అప్పుడంటే ఆ
నియమం
సరైనది.



లేదంటే
గురుత్వం
క్షీణం పురోగా
ఉండన్న
వంటు.

కొత్తొత్తి ప్రణాళిక రూపొందికి
వర్గ విలోమంగా పనిచేస్తుంది. మరి
గురుత్వం కూడా అలాగే పనిచేస్తుందని
ఎందుకు అనుకోకూడదు?

నీ ఉద్దేశంలో
సూర్యుడు గాంధీని
వెలువరించిస్తే గురుత్వాన్ని
కూడా వెలువరిస్తూన్నాడు
అంటావా?



వర్గ విలోమ నియమం వల్ల
దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు
ఏర్పడతాయని హుక్ భావించాడు.
కాని దానికి నిరూపణ ఇవ్వడానికి
ఒప్పుకునేవాడు కాదు.



నేలవృత్తం

చివరికి స్వామిన్ వద్దకి వెళ్లాడు హుక్. అప్పటికే
గొప్ప గణితవేత్తగా స్వామినికే మంచి పలుకుబడి
ఉంది. కాని ఇద్దరి మధ్యన భావసంఘర్షణ
చెలరేగింది.

ఇకదీని ఎలాగైనా
ఒప్పించాలి.

నన్ను శారుంటాడా?
ఎంకే ధైర్యం?



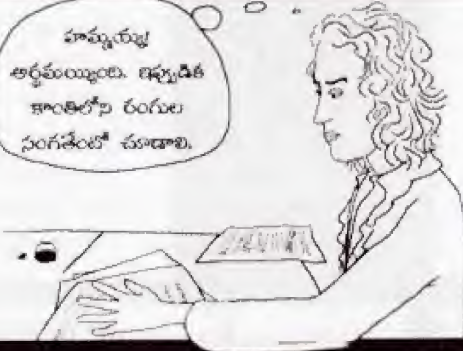
స్వామిన్ చిన్న బుద్ధుడున్నాడు.
పూర్తిగా ఏకాంతంలోకి వెళ్లిపోయి
నమస్కన మరింత లోతుగా అధ్యయనం
చెయ్యడం మొదలెట్టాడు.



దీన్ని ఎలాగైనా
అర్థం
చేసుకోవాలి.

హంకీని కలుసుకున్న తరువాత న్యూటన్ తన గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. తాని ఫలితాలు వెల్లడి చెయ్యక తన వద్దనే దాచుకున్నాడు.

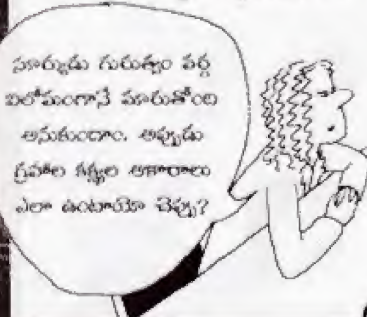
హమ్మనూజు అర్థమయ్యింది. ఇప్పుడిక జాంతిలోని రంగుల సంగతేంటో చూడాలి.



అదృష్టవశాత్తు రాయల్ సొసైటీలో సభ్యుడైన ఎడ్వండ్ హాబీకి ఖగోళ భౌతిక శాస్త్రం మీదకి మనసు మళ్ళింది.

హంకీని ఆశ్రయించిన హాబీకి నిరాశే ఎదురయ్యింది. హంకీ తన భావాలకి గణితపరమైన మద్దతునివ్వలేకపోయాడు. దాంతో న్యూటన్ కు కలుసుకున్నాడు హాబీ.

సూర్యుడు గురుత్వం పేర్ల బలోపేతంగానే హారుజోంటి అనుకుంటాం. అప్పుడు గ్రహాల స్వభావ అశాంతాలు ఎలా ఉంటాయో చెప్పు?



ఓహ్ అంతేనా? బీర్స్ వ్యక్తాలు!



ఆ సమావేశం చాలా ముఖ్యమైనది. కొంత కాలం తరువాత న్యూటన్ తన గణిత సిద్ధాంతాన్ని వర్ణిస్తూ హాబీకి ఒక వ్యాసం పంపించాడు.



అయ్యో!

హాబీ సంకోచం పట్టలేకపోయాడు.

న్యూటన్ పంపిన చిన్న వ్యాసంలో హాబీ ఉపాించనంత విలువైన ఫలితాలు ఉన్నాయి. గురుత్వ వర్ణ విలోమ నియమం నిజమని అనుకుంటూ న్యూటన్ మూడు విషయాలు నిరూపించాడు :

- 1) గ్రహాల కక్ష్యలు దీర్ఘవృత్తాకారంలో ఉంటాయి, 2) గ్రహాల వేగాలు కెప్లర్ రెండవ నియమాన్ని అనుసరిస్తాయి, 3) గ్రహాల పంవత్సర కాలాలు కెప్లర్ మూడవ నియమాన్ని పాటిస్తాయి.

రెండు వేల ఏళ్లపాటు ఉన్న అజ్ఞానాన్ని న్యూటన్ సిద్ధాంతం పటాపంచలు చేసింది. విశ్వాసాలు మరింత స్పష్టం కాసాగాయి.

ఆ విధంగా ఖగోళ వస్తువుల చలనాలని చాలా సరళమైన సూత్రాలు కానిస్తన్నాయని తెలిసింది.



ఓ వీడకల సుండి మేలుకున్నట్లు ఉంటు!

ఐసాక్ న్యూటన్
(1642-1727)



ఇంగ్లాండ్ లో జన్మించాడు. కాల్యులస్ కనిపెట్టాడు. విజ్ఞానలోచానికి అతడిద్విన అతిగొప్ప బహుమతి అడేనేమో. (కాల్యులస్ కనిపెట్టిన ఘనతలో తనకీ వంతు ఉందంటాడు లైబ్నీజ్. ఆ తగాదా ఎప్పటికీ తీరలేదు.)

గతి సిద్ధాంతానికి బలమైన పునాది వేసి, భౌతిక శాస్త్రానికి ఓ తీరైన రూపాన్ని ఇచ్చాడు. కాల్యులస్, గతి సిద్ధాంతాలతో మొట్టమొదటి ఖగోళ భౌతిక సిద్ధాంతాన్ని అందించాడు.

తరువాత కాంతి తత్వాన్ని కూడా అధ్యయనం చేశాడు.

పరావర్తన దూరదర్శినిని కూడా కనిపెట్టాడు. దీన్నే న్యూటోనియన్ దూరదర్శిని అని కూడా అంటారు.

న్యూటన్ సిద్ధాంతంలోని గొప్పదనం గమనించిన హాబీ వెంటనే దాన్ని ప్రచురించమని ప్రోత్సహించాడు.

న్యూటన్ పనిలో పరిపూర్ణత కోరుకునే మనిషి పరిశోధన పూర్తయ్యే దాకా ఎంతకాలం అయినా ఆగుతాడు గాని, అసంపూర్ణిగా ఉన్న పరిశోధనని ప్రచురించడానికి ఇష్టపడడు.

క్షమించు ఎక్కండీ. ఇప్పుడే బిల్లి ప్రచురించడానికి సిద్ధంగా లేను.



ఎంతో నచ్చచెప్పికనే తన సిద్ధాంతాన్ని ప్రచురించడానికి ఒప్పుకున్నాడు.

నాకు చేతవైదల చేస్తాను. కాని కొంత సమయం కావాలి.

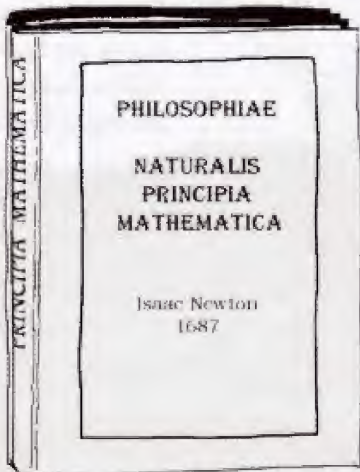


ఓ మూడేళ్లు ఆ పని మీదే ఆహారాశ్రాలు క్రమించాడు. చివరికి ఓ వైజ్ఞానిక కళాఖండం తయారయ్యింది. ఆ తరువాత మరో రెండు వందల ఏళ్ల పాటు ఆ పుస్తకమే విజ్ఞానశాస్త్రం పాలిటి వేదం అయ్యింది.

ప్రచురిస్తే ఇలాంటిది ప్రచురించాలి.



ఆ మూడేళ్లలోను న్యూటన్ తన మొదట రాసిన తొమ్మిది పేజీల వ్యాసాన్ని ఓ పెద్ద పుస్తకంగా విస్తరింపజేశాడు. దాని పేరే 'ఫెలోసోఫియే నాచురాలిస్ ప్రిన్సిపియా మాథమాటికా' (ప్రకృతితత్వ గణిత సూత్రాలు).

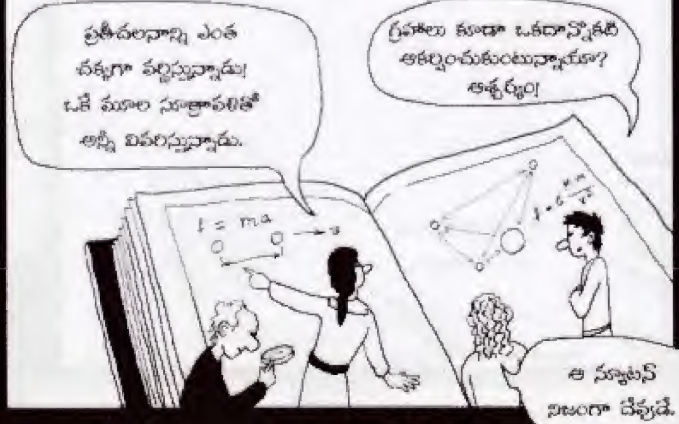


దీన్ని కొంచెం సంక్షిప్తంగా ప్రిన్సిపియా మాథమాటికా అని (లేక వట్టి ప్రిన్సిపియా అని) కూడా అంటుంటారు. ఇది మూడు గ్రంథాలమూల.

కొద్ది రోజులకే శాస్త్రలోకానికి ప్రిన్సిపియా శిరోధార్యం అయ్యింది. అందరి నోటా న్యూటన్ పేరే నానింది.

ప్రతీచలనాన్ని ఎంత చక్కగా వర్ణిస్తున్నాడు! ఒకే మూల సూత్రాలతో అన్ని వివరిస్తున్నాడు.

గ్రహాలు కూడా ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకుంటున్నాయా? అశ్వర్థుల!



ఆ న్యూటన్ నిబంధనా దేవుడే.

ప్రిన్సిపియా మూడు విజయాలు సాధించింది :

- 1) వస్తువుల చలనాలకి సంబంధించిన మూల సూత్రాలని నిర్వచించింది.
- 2) విశ్వంలో ప్రతీ వస్తువు ఇతర అన్ని వస్తువులని ఎలా ఆకర్షిస్తుందో వర్ణించింది.
- 3) సై రెండిటినీ కలిపి గ్రహ చలనాలని వివరించింది.

మొదటి రెండు ఫలితాలు అద్భుతమైనవే కాని మూడవ దాంతో పోలిస్తే కాస్త సులభమైనవి. కాని మూడవ ఫలితం చాలా సంక్లిష్టమైన గణిత విజయం. అది ఒక్క న్యూటన్ కే సాధ్యమయ్యింది.

మొదటి నుంచి న్యూటన్ పరిశోధనల మీద హాల్ క్రద్ద చూపిస్తూ వచ్చాడు. ఫ్రీన్సిపియా ప్రచురణ కోసం హాల్ తన సొంత దబ్బు ఖర్చు పెట్టాడు.

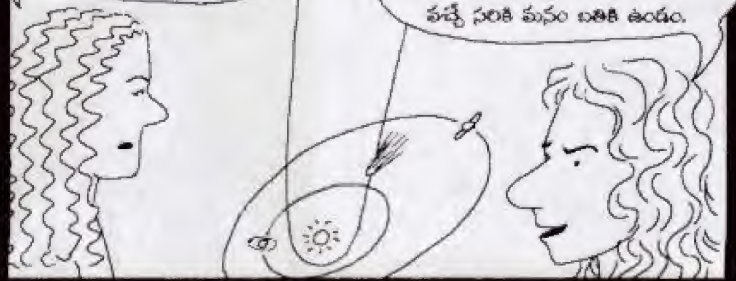


ఇది నా అత్యుత్తమం. ఇందుకో నీ పుస్తకం.

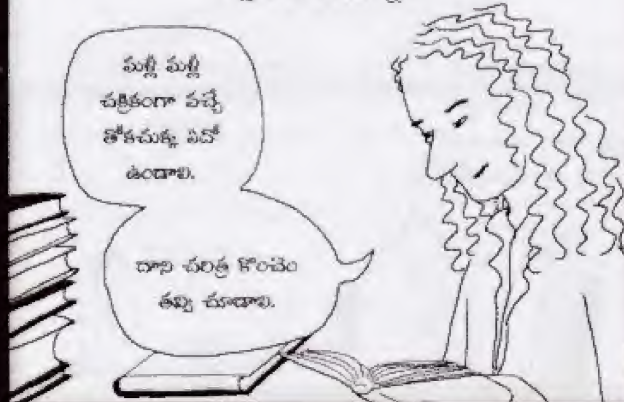
న్యూటన్ సిద్ధాంతాన్ని ప్రచారం చెయ్యడంలో హాల్ కీలక పాత్ర వహించాడు.

గురుత్వ ధర్మాలు విశ్వజీవీనం అయితే తోకచుక్కల క్షణ్య కూడా బీర్త్వవృత్తమే అయ్యుండాని. కాని మని తోకచుక్కల వస్త్రభూతాత ఉన్నట్లు ఎందుకు కనిపిస్తాయి?

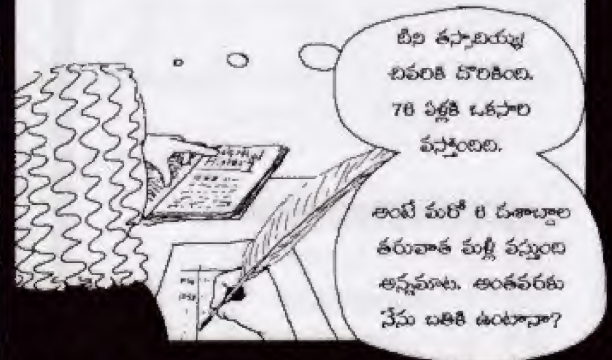
తోకచుక్కల గతి కూడా బీర్త్వవృత్తాకారంలోనే ఉంటుంది. అయితే బాగా సాగబడినట్లు ఉంటుంది. ఆ బీర్త్వవృత్త అవతలి కొన మనకి కనిపించడం లేదంటే, ఆ తోకచుక్క తిరిగి పచ్చే సరికి మనం చితికి ఉండం.



న్యూటన్ మాట మీద అపారమైన గురి ఉన్న హాల్ ఆ విషయాన్ని పరీక్షించాలి అనుకున్నాడు.



చారిత్రక పరిశీలనలని వివరంగా అధ్యయనం చేశాడు.



హాల్ అశించినట్లుగానే ఆ తోకచుక్క 1758లో మళ్ళీ కనిపించింది. అది నిజంగానే ఓ చారిత్రక సంఘటన. కాని దానికి రెండు దశాబ్దాల క్రితమే హాల్ చనిపోయాడు.



హాల్ తోకచుక్క సూర్యుడి చుట్టూ 76 ఏళ్ళకి ఒకసారి ప్రదక్షిణ చేస్తుంది... సరిగ్గా హాల్ ఊహించినట్లే. ఇప్పటికీ హాల్ తోకచుక్క ప్రపంచ వ్యాప్తంగా జనాన్ని ఆకర్షిస్తోంది.

ఈసారి అది వచ్చినప్పుడు తప్పకుండా చూడండి. మళ్ళీ రమారమి 2061లో వస్తుంది.

ప్రిన్సిపల్ లో కర్పించిన చలన నియమాలు కేవలం భౌతిక విజ్ఞానాలకే కాదు, అన్నిటికీ వర్తిస్తాయి.

అంటే నేల నేర్పు
మొందుకు నెట్టుకోవోదే
అప్పుడు సడవోసేటావా
తడి?

ఈసారి బస్సు మీద
సడిచి చూడు శిష్యులు



కొందరు శాస్త్రవేత్తలు న్యూటన్ చలన నియమాలని బాహ్య ప్రపంచంలో కనిపించిన ప్రతీ సంఘటనకీ వర్తించలేదుట మొదలుపెట్టారు.



ప్రతీ సందర్భంలోను చలన నియమాలు నిజం కావడం
వాళ్లకి మాహాదానందం కలిగించింది.

దాంతో విజ్ఞాన వాహినీ కట్టలు తెంచుకుంది.



న్యూటన్ యన్ భౌతిక శాస్త్రపు సేద తీచ
విజ్ఞాన శాస్త్రం వర్ధిల్లింది.

న్యూటన్ యన్ భౌతిక శాస్త్రం కేవలం భౌతిక శాస్త్ర విభాగాలనే కాక, సాంకేతిక శాస్త్రాలని కూడా రెండు వందల ఏళ్లపాటు సారించింది.
ప్రకృతి రహస్యాలని న్యూటన్ బట్టబయలు చేశాడు.
వైజ్ఞానిక శోధన అంటే మనుషులకి సమ్మతం పెరగసాగింది.
విజ్ఞానం, సాంకేతికం అప్పుట్నుంచి జీవన వృద్ధికి కారణమైన మనోయంత్రాలు అయ్యాయి.

చాలా మందికి సౌరమండలంలో ఓ ప్రత్యేకమైన లోపం కనిపించింది. నాలుగు అంతర గ్రహాలకి (Inner Planets), రెండు బాహ్య గ్రహాలకి (Outer Planets) మధ్య ఓ గ్రహం లోపిస్తున్నట్టు అనిపించింది.

జూపిటర్ కక్ష్యలోపలే
మన దూరదర్శిమరికి అందని
ఓ చిన్న గ్రహం ఉండేమో.

సృష్టికర్త తెలివైనవాడు.
బాహ్య గ్రహాలు పెద్దవి
కాలబద్ధి వాటి దర్శనిలో
ఉన్న చిన్న గ్రహాల కక్ష్యల
మీద అవి బలమైన
ప్రభావాన్ని చూపుగలవు.

గ్రహాల కక్ష్యల వ్యాసాలు ఒక ప్రత్యేక పరసక్రమాన్ని
అనుసరిస్తున్నట్టు అనిపించింది.

భూమి కక్ష్య వ్యాసంలో
ఏదో వంతుని కొలమానంగా
తీసుకుంటే
తక్కిన గ్రహాల కక్ష్యల వ్యాసాలు
పూర్ణాంకాలు అవుతాయి.
అవి పరసక్రమాన్ని ఇలా ఉంటాయి :
4, 7, 10, 16, 52, 100.

ఈ సంఖ్యల నుండి
4 తగ్గించి, మూడు చేత
భాగిస్తే పరసక్రమాన్ని
ఈ సంఖ్యలు వస్తాయి :
0, 1, 2, 4, 16, 32.



అంత చక్కని శ్రేణి ఉండడం కాకతాళీయంగా జరగదు.
గ్రహాల కక్ష్యలు ఏదో ప్రత్యేక ధర్మాన్ని అనుసరిస్తున్నాయి
అనడానికి ఈ శ్రేణి ఒక సంతేతం. అయితే ఈ శ్రేణిలో
8కి సంబంధించిన గ్రహం లోపిస్తోంది.

అంతే లోపిస్తే ఏంటి?
గ్రహం కనిపించలేదుంటే.

దాన్ని ముందు
ఎవరు కనుక్కుంటారు
అన్నదే ప్రశ్న.

1781లో విలియమ్ హెర్షెల్ అనే ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఓ కొత్త
గ్రహాన్ని కనుక్కున్నాడు. దాని పేరు యురేనస్. అయితే దాని కక్ష్య
జూపిటర్ కక్ష్య లోపల లేదు. సాటర్న్ కక్ష్యకి బయట చాలా దూరంలో ఉంది.

ఏం లాభం?
మనం
వెతుకుతున్నది
అది కాదు
కదా?

కాని చూడు,
అది కూడా
పరసక్రమంలోనే
ఉంది. సాటర్న్
కరువాక వచ్చింది
కాలబద్ధి ఇది 648
సరిపోతోంది.

ఈ కొత్త గ్రహపు కక్ష్య కూడా అంతేల శ్రేణితో సరిపోవడం ఆశ్చర్యకరంగా
అనిపించింది. దాంతో 8 సంఖ్యకి సరిపోయే గ్రహం కోసం గాలింపు
మరింత తీవ్రం అయ్యింది.

1801లో గిసెప్ పియాట్సీ అనే ఇటాలియన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త లోపించిన
గ్రహం ఉందాల్సిన చోట ఓ చిన్న వస్తువుని గమనించాడు. ఆ తరువాత ఐదేళ్లలో
ఇంకా మూడు చిన్న వస్తువులని ఆదే ప్రాంతంలో కనిపెట్టారు.

ఈ చిన్న
వస్తువులన్నీ ఏదో
బిళ్ళదుర్బటనలో బద్దలైన
గ్రహ శకలాలేమో.

అయితే ఇలాంటివి
ఇంకా చాలా ఉండి
ఉండాలి. వీటిని
గ్రహశకలాలు అని
పిలుస్తారు.

1891కల్లా 300కి పైగా గ్రహశకలాలని కనిపెట్టారు.
అన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ లోపించిన గ్రహం
ఉందాల్సిన చోటే తిరుగుతున్నాయి.
శ్రేణిలో 8 సంఖ్యతో వీటి కక్ష్య సరిపోతోంది.

ఈ గ్రహశకలాలు ఎలా పచ్చాయో ఇప్పటికీ
ఎవరికీ తెలీదు. జూపిటర్ బలమైన గురుత్వాకర్షణ
వల్ల ఈ శకలాలన్నీ కలిసి గ్రహం
ఏర్పడకుండా నివారించబడ్డాయి.

యురానస్ కదలిక చాలా విచిత్రంగా ఉంది.


చాలా కష్టతంగా లెక్క వేశాను. అయినా లెక్కించిన మార్గం నుండి యురానస్ తప్పుకోంది.

బహుశా అంత దూరంలో న్యూటన్ సిద్ధాంతం పనిచెయ్యడేమో




మరి సౌరమండలం చివర్లో న్యూటన్ సిద్ధాంతం పని చెయ్యదని అనుకోవాలా లేక...

బహుశా మనకి పూర్తి సమాచారం లేదేమో. యురానస్ నికి అవతల మనకి కనిపించని ఏదో గ్రహం దాన్ని ఆకర్షిస్తూ చాలి మళ్ళిస్తూ ఉండొచ్చు.



1840లో జేమ్స్, జోన్స్ అని ఇద్దరు గణితవేత్తలు వేరువేరుగా పన్నోకి దిగారు.


యురానస్ ని చాలి మళ్ళిస్తున్న అర్బుశ్ వస్తువు ఏదో ఉందనే అనుకుందాం.



న్యూటన్ సిద్ధాంతం నిజమని ఒప్పుకుంటూ, ఈ గణితవేత్తలు లెక్కలు వేసి ఓ నిర్ణయానికి వచ్చారు.

సరిగ్గా ఇక్కడే ఏదో గ్రహం ఉందాటి.

దూరదర్శినితో చూస్తే అక్కడ కనిపించాలి.




1846లో ఓ కొత్త గ్రహాన్ని కనుక్కున్నారు. సరిగ్గా జేమ్స్, జోన్స్ లు నిర్ణయించిన దూరంలోనే కనిపించింది.

అది అర్బుశం. న్యూటన్ నియం విజ్ఞానాన్ని మళ్ళీ ఎప్పుడూ సందేహించదు.



ఈ కొత్త గ్రహానికి నెప్ట్యూన్ అని పేరు పెట్టారు. న్యూటన్ నియం విజ్ఞానానికి ఆదోక గొప్ప విజయం అయ్యింది.

అర్బుశం ఇద్దరు గణితవేత్తలు కాలేకం, కలం పట్టుకుని, ఉన్నటోటి నుండి కదలకుండా ఓ కొత్త గ్రహాన్ని కనిపెట్టారు.



నెప్ట్యూన్ స్థాన నిర్ణయం, అవిచ్ఛరణ సంచలనాత్మకంగా ఉన్నా, యురానస్ మార్గంలో ఇంకా కొంచెం దోషం అర్థం కావడం లేదు. ఈ మిగిలిన దోషానికి కారణం మరో అజ్ఞాత గ్రహం కావచ్చుననుకున్నారు. సౌరమండలంలో 9వ గ్రహ స్థానాన్ని నిర్ణయించడానికి ప్రయత్నించారు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు. 1930లో ఓ చిన్న వస్తువు (మన చందమామలో ఇదోవంతు ఉన్న వస్తువు) లెక్కలు సూచించిన దూరంలోనే ఉందడం కనిపించింది. దాని పేరు ప్లూటో.

యురానస్ బాటని మళ్ళించడానికి ప్లూటో మరీ చిన్నదని ఇప్పుడు మనకి తెలుసు. ఆ దోషానికి కారణం నెప్ట్యూన్ ద్రవ్యరాశి విషయంలో మన అంచనాల దోషమే. అయినా ఆ తప్పుడు లెక్క నిర్ణయించిన చోటే ప్లూటో కనిపించింది.

2006లో ప్లూటోని గ్రహాల లెక్కలోంచి తీసేశారు. నెప్ట్యూన్ కి అవతల సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్న ఎన్నో లఘు గ్రహాలలో ఒకటిగా దాన్ని జమకట్టారు.

న్యూటన్ నిర్మించిన భౌతిక శాస్త్రం 200 ఏళ్ల పాటు సుస్థిరంగా నిలిచింది.

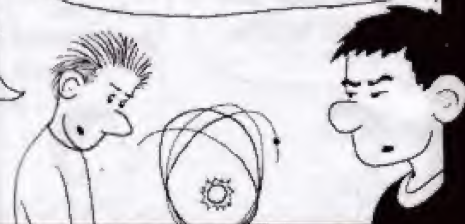
1500 వందల ఏళ్లపాటు సాగిన టోలిమీ పాలన ముందు ఇది పెద్ద విశేషమే కాదు గాని ఈ 200 ఏళ్లలోను న్యూటన్ సిద్ధాంతం ఇంచుమించు మరిపికి తెలిసిన భౌతిక ప్రక్రియలన్నిటిని వర్ణించగలిగింది.



నెప్ట్యూన్ ఆవిష్కరణ తరువాత మరో విద్యారం మీదకి భగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టం మళ్ళింది. అదే మెర్క్యురీ కక్ష్య.

మెర్క్యురీ కక్ష్య ఎలా కదులుతోందో చూడు. మనకి తెలిసిన ఇతర గ్రహాల ఆకర్షణలన్నీ కలిపిగా ఈ విచిత్ర గమనాన్ని వివరించలేం.

అంటే నెప్ట్యూన్ లాగానే మరో అజ్ఞాత గ్రహం ఉండటావా?



సూర్యుడికి దగ్గరగా తిరిగే మరో గ్రహం ఏదో ఉండొచ్చని, సూర్యుడి కాంతి తీవ్రత వల్ల అది కనిపించడం లేదని కొందరు అభిప్రాయపడ్డారు. ఆ అజ్ఞాత గ్రహం గ్రహానికి వల్కన్ అని ఓ పేరు కూడా పెట్టారు.

నిన్న వల్కన్ గ్రహం కనిపించింది అనుకున్నావే. ఇప్పుడు ఎక్కడ దాక్కుంటున్నా?



వల్కన్ కనిపించినట్లు పుకార్లు ఎన్నో పుట్టాయి. కాని అవేమీ నిర్ధారించబడలేదు.

1915లో ప్రఖ్యాత జర్మన్ భౌతికశాస్త్రవేత్త ఆల్బర్ట్ ఐన్స్టయిన్ ఓ కొత్త గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. దాని పేరు సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం. గురుత్వతత్వాన్ని ఇది పూర్తిగా కొత్త కోణం నుండి చూస్తుంది. ఈ ఐన్స్టయిన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం న్యూటన్ గురుత్వ సిద్ధాంతం కేవలం ఓ ఉజ్జాయింపు మాత్రమే.

అగాగ్ని బలస్థయిన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం గ్రహాల తీర్చిపుక్కాకార కక్ష్యలన్నీ అలా మెర్క్యురీ కక్ష్యలాగానే అయిన చలనాన్ని (precession) ప్రదర్శించాలి.



మెర్క్యురీ అయిన చలనం బలస్థయిన్ సిద్ధాంతంతో సరిగ్గా సరిపోతోంది. ఆ లెక్కలన్నీ నేను స్వయంగా సరిచూశాను.



ఐన్స్టయిన్ సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం పుణ్యమా అని మరో కొత్త గ్రహం కోసం వెదకాల్సిన పని లేకుండా పోయింది. వల్కన్ ఓ శాశ్వత అజ్ఞాత గ్రహంగా మిగిలిపోయింది.

ఇక్కడ న్యూటన్ సిద్ధాంతం విఫలమైంది. ఐన్స్టీన్ పుణ్యమా అని బతికిపోయాం.

కాని నిజంగానే ఓ కొత్త గ్రహం ఉంటే బాట్రంజేదేం? వల్కన్ - ఆ పేరు నాకు సబ్బింది!



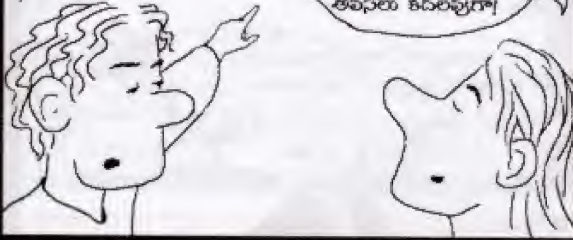
న్యూటన్ సిద్ధాంతం కేవలం ఉజ్జాయింపేనన్నది చాలా మందికి మింగుడు పడలేదు. కాని ఆ దిశలో బలమైన సాక్ష్యాధారాలు వుడుతున్నాయి. పైగా ఐన్స్టయిన్ సిద్ధాంతం ఓ మహత్తరమైన, విప్లవాత్మకమైన భావన. ఐన్స్టయిన్ ప్రకారం కాలం (time), ఆయతనం (space) అనేవి కాలాయతనం (space-time) అనే అభిన్నతత్వంగా కలిసి ఉన్నాయి. గురుత్వం అనేది అసలు ఒక బలమే కాదన్నాడు. కాలాయతనంలో వచ్చిన వంపు వల్ల అందులో కదిలే వస్తువుల బాటలు వంగుతున్నాయి. వస్తువుల గతిరేఖలని వంచే గురుత్వమే కాంతి మార్గాన్ని కూడా వంచుతుందని ఐన్స్టయిన్ సిద్ధాంతం చెపుతుంది. ఈ ప్రభావాన్ని గురుత్వ కటకీకరణ (gravitational lensing) అంటారు.

దానిని జాగ్రత్తగా కొలిచారు. ఆ కొలతలతో ఐన్స్టయిన్ సిద్ధాంతం కచ్చితంగా సరిపోతోంది. భగోళ చలనాలని అర్థం చేసుకోవడానికి సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం న్యూటన్ సిద్ధాంతం కన్నా మెరుగైన సిద్ధాంతంగా త్వరలోనే అమోదింపొందింది. ఐన్స్టయిన్ ప్రతిపాదించిన గురుత్వ సిద్ధాంతం ఇంచుమించు ఓ శతాబ్దం పాటు స్థిరంగా నిలిచింది. భగోళ చలనాల విషయంలో ఇప్పటికీ అదే అత్యంత శ్రేష్టమైన సిద్ధాంతం.

గ్రహ చలనాల గురించి కొన్ని మౌలిక సూత్రాలని కెప్లర్ కనుక్కున్నాడు. న్యూటన్ నిర్మించిన అద్భుత గణిత నిర్మాణాలు వాటికి భౌతిక పునాదాలు ఏర్పరచాయి.

గ్రహాల వరకు బానే ఉంది. మరి తారల మామేమిటి?

ఓహో...! తారల చలనాలని వర్ణించడం ఎంతసేపు? అదెవడైనా చెయ్యగలడు. ఎందుకంటే అవసరం కదలవుగా!



ఖగోళ శాస్త్రపు తొలి దశల నుండి రెండు భావనలు పెద్దగా మారలేదు...

ఈ తారలు చక్కని చిట్ట చుక్కలు కదూ?

అవును. అవన్నీ ఓ పెద్ద గోళంలో పొలిగి ఉన్నాయి.



స్థిరమైన తారల విన్యాసం అనే స్థిర నేపథ్యం మీద గ్రహ చలనాలను అధ్యయనం చేశారు. కాని తారల మీదకి మాత్రం మనిషి మనసు మళ్లలేదు.

ఈ తారలు ముద్దుగా ఉంటాయి గాని, వట్టి మొద్దులు.

కాని బాలా ప్రతికొస్తాయి.



మరి ఈ తారలు భూమి నుండి ఎంత దూరంలో ఉన్నాయి? అత్యంత సహజమైన ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం ఎవరి వద్దా లేదు.

ఈ తారలు ఎంత దూరంలో ఉన్నాయయ్యా? నాకోటి తెంచి ఇయ్యవూ?

నాకు మాత్రం ఏదీ తెలుసు? ఓ రాయి ఇచ్చుకో. ఇది సూర్యుడు.



భూమి నుండి తారల దూరాలని తెలిపే పరిశీలనాత్మక ఆధారాలు కూడా ఏమీ లేవు. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలకి ఎవరి అభిప్రాయాలు వారికి ఉండేవి. ఎవరేం చెప్పినా చెల్లెది.

ఈ సక్షత మండలం గ్రహాలన్నిటికీ దూరంగా ఇలా ఉంది. లేకపోతే గ్రహాలు తారలని ఢీకొనవు?

నిజమే. కాని అందుకే అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్న సాటర్న్ కి అవతల తారలు ఉన్నాయంటాను.



ఇదిలా ఉండగా కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతం నుండి ఓ బలమైన సూచన దొరికింది.

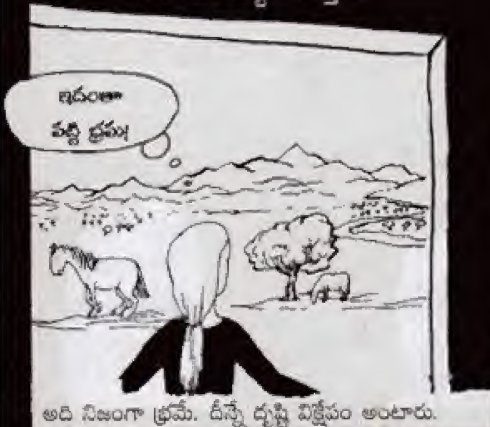
సూర్యుడి చుట్టూ ప్రదక్షిణ చేస్తున్న భూమి మరి అంతంత దూరాలు కదులుతుంది కదా, దాని నుండి తారలని చూస్తున్నప్పుడు దృష్టివిక్షేపం జరగదేం?

నేను అదే ఆలోచించా. బహుశా తారల దూరాల ముందు భూమి కక్ష్య అక్షంక అర్థంగా ఉంటుండేవో.

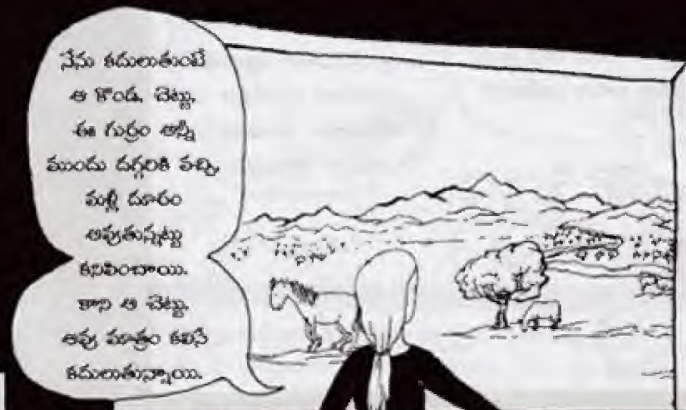


ఇంతకీ ఈ దృష్టి విక్షేపం అంటే ఏంటి?

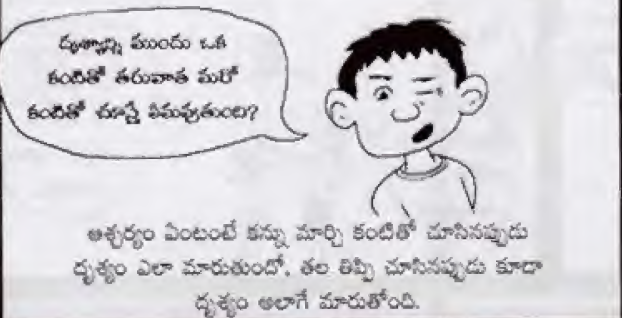
కిటికీలోంచి బయట దృశ్యాన్ని చూస్తూ మన తల కదిలించినప్పుడు బయట దృశ్యం కూడా వ్యతిరేక దిశలో కదిలినట్లు కనిపిస్తుంది.



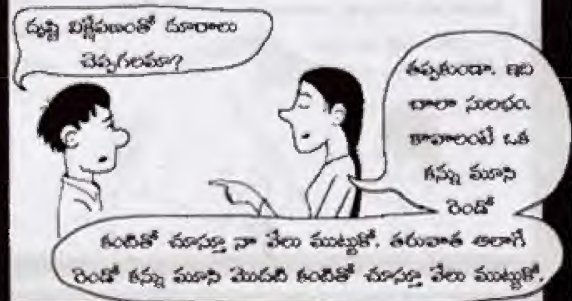
దృష్టి విక్షేపం వస్తువుల దూరాల మీద ఆధారపడుతుంది. మనం స్థానం మారుతుంటే మనం చూస్తున్న వస్తువుల సాపేక్ష స్థానాలు మారుతున్నట్లు ఉంటాయి. ఆ మార్పు మన నుండి వస్తువుల దూరం మీద ఆధారపడుతుంది.



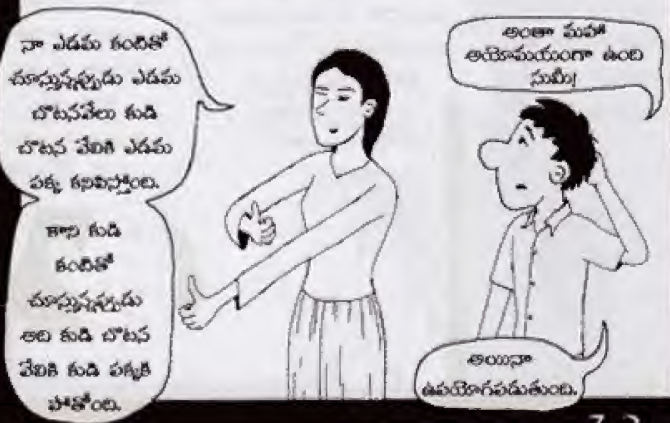
మన కళ్ళ కూడా రెండు వేరు వేరు దృశ్యాలని చూస్తుంటాయి. ఒక్కొక్క కన్ను ప్రపంచాన్ని ఒక ప్రత్యేక కోణం నుండి చూస్తుంది.



ఈ దృష్టి విక్షేపానికి ఎన్నో ఉపయోగాలు ఉన్నాయి. వస్తువుల మధ్య సాపేక్ష దూరాలలో వచ్చే మార్పు బట్టి వాటి దూరాలు తెలుసుకోవచ్చు.



నీ రెండు జొటని వేళ్ళని నీ ముఖం ముందు ఒకటి దగ్గరగా, మరొకటి దూరంగా పట్టుకో. ఇప్పుడు నీ రెండు కళ్ళని మార్చి మార్చి ఒకటి తెరిచి, మరొకటి మూస్తూ చూడు.




రెండు కళ్ళ నుండి వచ్చే వేరు వేరు దృశ్యాలని మనసు కలిపి వస్తువుల దూరాలని నిర్ణయిస్తుంది. ఇలా రెండు దృశ్యాలని కలపడాన్నే ద్వివక్ష దృష్టి (stereo vision) అంటారు. దీని వల్లనే త్రిమితీయ ప్రపంచాన్ని దర్శించగలుగుతున్నాం.



పైన కనిపిస్తున్న రెండు కిటికీల మధ్య ఒక బిందువు మీద దృష్టి నిలపండి. ఇప్పుడు దృష్టిని త్రమంగా కాగితంలోపలికి పోనివ్వండి. మూడు కిటికీలు కనిపించే దాకా అలాగే చెయ్యండి. ఇప్పుడు మధ్యలో ఉన్న కిటికీలో ఏం కనిపిస్తోంది?

మన ద్విచక్ర దృష్టి సమీపంలో ఉన్న వస్తువుల దూరాలు కొలవడంలో పనికొస్తుంది గాని ఓ కిలోమీటర్ దూరంలో ఉన్న వస్తువుల దూరాలు కచ్చితంగా అంచనా వెయ్యడానికి పనికిరాదు.




తారలు చంద్రమామ కన్నా చాలా దూరంలో ఉన్నాయి. చంద్రమామకి అవి అడ్డొచ్చే అవకాశమే లేదు.

అడ్డొచ్చిన తారలని చంద్రమామ ఏకం ఫట్ చెయ్యడా?

కి.మీ. కన్నా ఎక్కువ దూరంలో ఉన్న తారలు రెండు కళ్లలో ఒక్క విధంగా కనిపిస్తాయి. ఆ వస్తువులు చాలా దూరంలో ఉన్నాయని మాత్రం తెలుసుకోగలం అంటే.

మన ద్విచక్ర దృష్టి ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు తెలుసుకోవడానికి పనికి రాదు.

జ్యోమితిలో బాగా ఆరితేరిన ప్రాచీన గ్రీకులు దృష్టి విక్షేపం సహాయంతో దూరాలు తెలుసుకునే పద్ధతి కనిపెట్టారు.




ద్విచక్ర దృష్టి అంత గొప్పదేం కాదు. కాని పనికొస్తుంది.

దూరదూరంగా ఉన్న రెండు బిందువుల నుండి ఒక దృశ్యాన్ని చూస్తారు. ఆ రెండు బిందువుల మధ్య దూరం మన కళ్ల మధ్య దూరం కన్నా ఎక్కువ అన్న మాట. అలా కనిపించిన రెండు చిత్రాల మధ్య తేడాని బట్టి లక్ష్యం దూరాన్ని అంచనా వేస్తారు.

ఓడకి, లైట్ హౌస్ కి మధ్య 32 కిలోమీటర్ల ఎడం ఉంది.

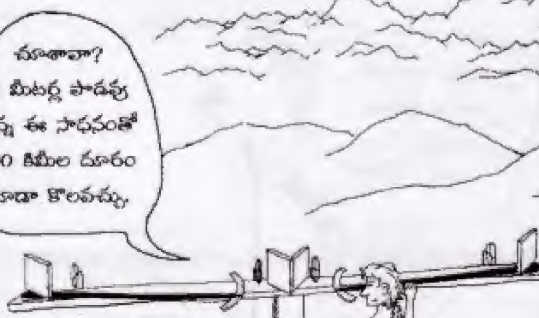
కాని ఇక్కడి నుంచి చూస్తే 32 కిలోమీటర్ల 20 నిమిషాల ఎడం ఉంది.



అంటే ఆ ఓడ తీరం నుండి 6 ఫైట్ల దూరంలో ఉండి ఉండాలి.

చూసే బిందువుల మధ్య దూరం పెరుగుతున్న కొద్దీ, కొలిచే దూరం కూడా పెరుగుతూ ఉంటుంది.


చూశావా? 5 మీటర్ల పొడవు ఉన్న ఈ సాధనంతో 100 కిమీల దూరం కూడా కొలవచ్చు.



ఈ దృష్టి విక్షేప పద్ధతితో ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు కొలవాలంటే చూసే బిందువుల మధ్య వేల కిలోమీటర్ల ఎడం ఉండాలి.

సాయంత్రం ఒకటి. తెల్లారే ఒకటి. రెండు కొలతలు తీసుకున్నాం. అనుకుందాం. భూమి అక్షాంశం వల్ల రాత్రికి రాత్రి గొప్ప వేల కిమీలు కదులుతాం.


బ్రహ్మాండమైన ఆలోచన. అలాగే ఆరు నెలల ఎడంలో కొలతలు తీసుకుంటే? ఆ రెండు బిందువుల మధ్య దూరం సార్వత్రిక చుట్టూ భూమి కక్ష యొక్క వ్యాసం అంత ఉంటుంది.



దీన్నే వార్షిక విక్షేపం అంటారు. తొలి రోజుల్లో, అంటే భూమి కక్ష్య వ్యాసం తెలిసి రోజుల్లో, ఈ వార్షిక విక్షేపం సహాయంతో తేవలం సాపేక్ష దూరాలు మాత్రమే కనుక్కునేవారు.

నా అంచనాల ప్రకారం సాటర్న్ కక్ష్య భూమి కన్నా తొమ్మిది రెట్లు పెద్దది. అంటే దాని ఆసలు వ్యాసం ఎంత?

18 ఖగోళ ఏకాంకాలు (AU). ఇంతకీ తారల విక్షేపం గురించి ఏమైనా తెలిసిందా?



తారల విక్షేపం తెలుసుకోవడానికి భూమి కక్ష్య యొక్క వ్యాసం సరిపోదు. తారలు మరీ ఎక్కువ దూరంలో ఉన్నాయి. కాని ఆ అన్వేషణ సాగుతూనే ఉంది.

ఇలా ఉండగా ఒక సమయంలో తారలలో జరిగిన
ఒక విచిత్రమైన చర్య ఖగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకుంది.



తారలలో ఈ చర్యలు ఖగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకున్నాయి.
ఆ సమయంలోనే కొత్తగా కనిపెట్టిన దూరదర్శినితో పని
మరింత సులభం అయ్యింది.



1572లో బ్రిజ్ ఒక ప్రకాశవంతమైన తారని కనుక్కున్నాడు.



ఆ తరువాత కొన్ని దశాబ్దాల పాటు ఎన్నో నోవాలు (అంటే 'నవ్వ' అని, అంటే కొత్త తార అని అర్థం) కనిపించాయి. కనిపించిన కొద్ది రోజుల్లోనే కొన్ని మాయమయ్యాయి. కొన్ని కనిపిస్తూ, మాయమవుతూ ఉన్నాయి.

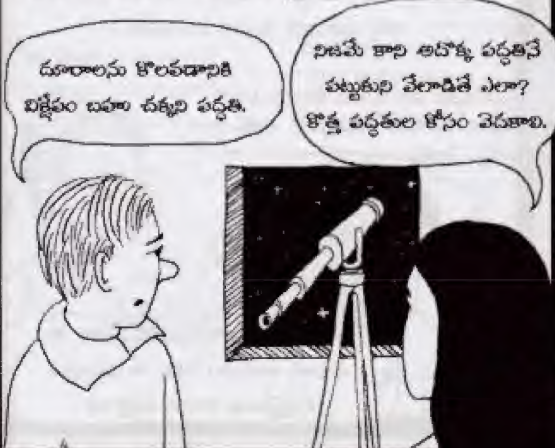
తారలలో జరిగే ఈ చర్యలని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అంతవరకు ఎందుకు కనిపెట్టలేకపోయారు? ఒకటేంటంటే, ప్రకాశవంతమైన తారల ప్రకాశం మాత్రం స్థిరంగానే ఉంది. దూరదర్శిని రాకముందు తారల ప్రకాశంలో మార్పులు గమనించడం కష్టం. పైగా బోలెడీ రోజుల నుండి కూడా తారామండలం నిశ్చలంగా ఉండేదనే నమ్మకూ వచ్చారు. మార్పు లేని తారలకేసి గుడ్డప్పుగించి చూస్తూ ఉండడం అనవసరం. కానీ నోవా కనిపించిన తరువాత పరిస్థితి పూర్తిగా మారిపోయింది. ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు మళ్లీ తారలని పరిశీలించడం మొదలుపెట్టారు.

తారలలో చర్యల కోసం వెతకడం మొదలుపెట్టాక అది ఇందుగలదందులే దన్నటు విదురయ్యింది. విశ్వుం ఈ 'చందల తారల'తో కీటకీటలాదుకూ కనిపించింది.

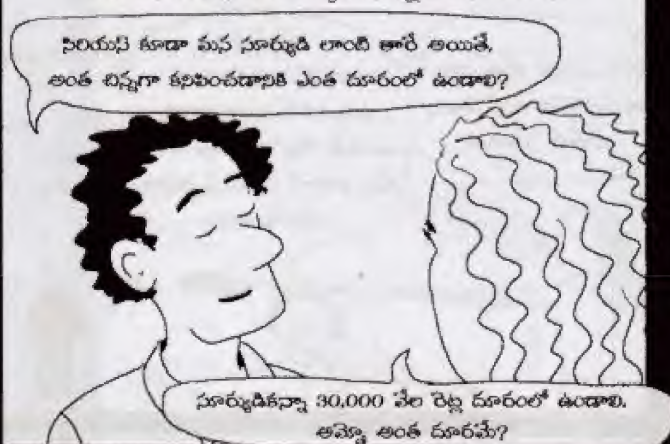
కొన్ని తారలు ప్రత్యేక క్రమం లేకుండా మారుతూ కనిపించాయి. కొన్ని కచ్చితమైన ఆవృత్తితో మారుతున్నాయి.
వీటి గురించి ఇంకా తెలుసుకోవాలని చైతానిక లోకం తహతహలాడింది. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు రకరకాల వివరణలిచ్చారు.



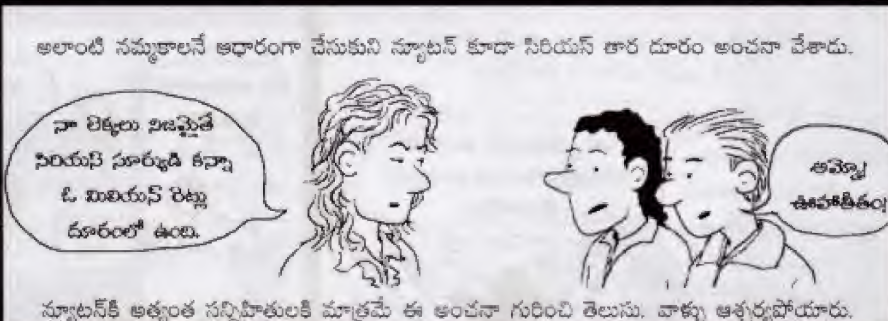
తారల విషయంలో విశ్లేషణ కనిపెట్టడం అసంభవం అని అంతా పెదవి విరిచారు. ఇలా ఉండగా కొన్ని కొత్త పరిణామాలు జరిగాయి.



1650ల సడీమి కాలంలో క్రిస్టియన్ హుయెన్స్ అనే దవ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త సిరియస్ తారకి, భూమికి మధ్య దూరాన్ని అంచనా వేశాడు.



హుయెన్స్ సమ్యక్ానికి అసలు అధారాలే లేవు. పైగా అతడి పద్ధతి కొంచెం మోటుగా ఉంది. అసలు సూర్యుడు ఎంత దూరంలో ఉన్నాడో కూడా ఆ రోజుల్లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి తెలిదు. కాని ఆ అంచనా వల్ల విశ్వం చాలా పెద్దది అన్న అవగాహన జనంలో పెరగసాగింది.

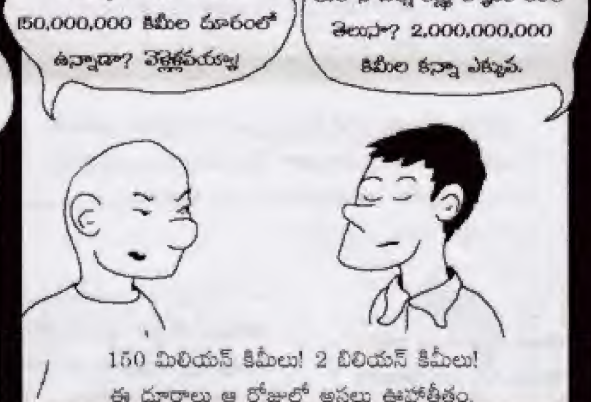


1671లో ఇటాలియన్-ఫ్రెంచ్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త గియోవానీ కాసిని భూమికి మార్స్ గ్రహానికి మధ్య దూరం అంచనా వేశాడు.



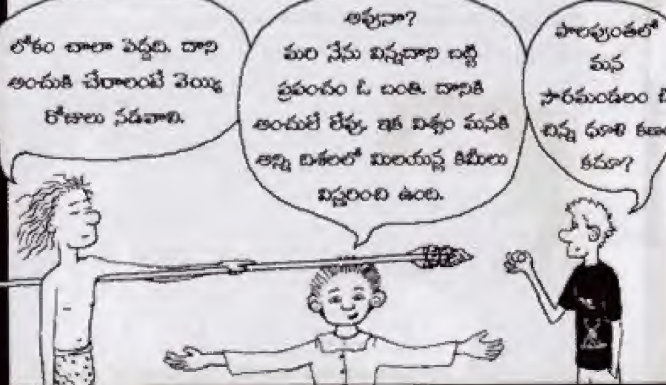
మన సౌరమండలమే అంత పెద్దదైతే, ఇక తారలు ఉన్న మహాగోళం, ఆ తారామండలం ఎంత పెద్దదో? న్యూటన్ ఆ దూరం 2,000,000,000,000,000 కిమీలు అని అంచనా వేశాడు.

సూర్యుడు మన నుండి 150,000,000 కిమీల దూరంలో ఉన్నాడా? వెళ్లగక్కవయ్యా.

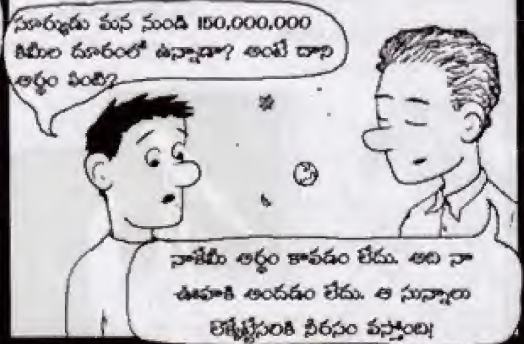


నిజంగానే తారలన్నీ ఓ గోళానికి అతుక్కుని ఉన్నాయా? లేక మన నుండి వివిధ దూరాలలో విస్తరించి ఉన్నాయా? అదే నిజమైతే ఈ విశ్వం పరిమాణం ఎంత?

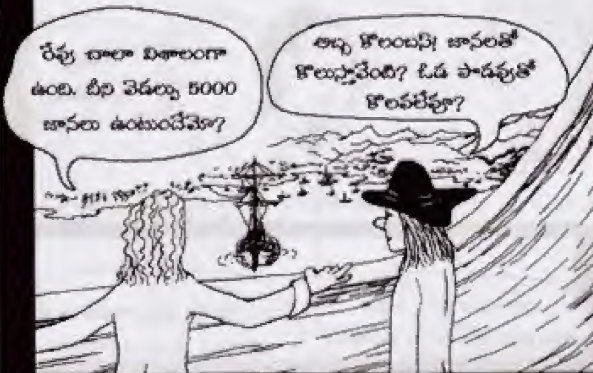
ప్రపంచం చాలా పెద్దదని అందరూ ఒప్పుకునేవారు. కాని ఎంత పెద్దది? ఈ విషయంలోనే ప్రాచీన కాలంలో భిన్నాభిప్రాయాలు ఉండేవి.



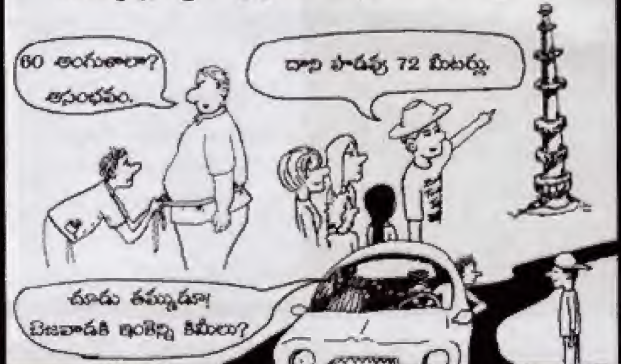
చరిత్రలో ఎన్నోసార్లు మనుషులకి తాము ఊహించిన దాని కన్నా విశ్వం చాలా పెద్దది కావచ్చున్న ఆలోచన వచ్చింది. కాని అది వారి ఊహాకి అందలేదు.



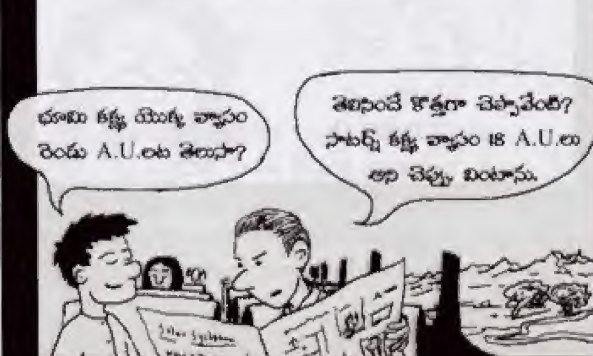
ఇతర భౌతిక రాశుల లాగానే దూరాన్ని కొలవడానికి ఒక ప్రమాణం ఉండాలి. ఒక తెలిసిన దూరాన్ని - అంటే ఏకాంకాన్ని - వాడి ఇతర దూరాలని కొలుస్తారు.



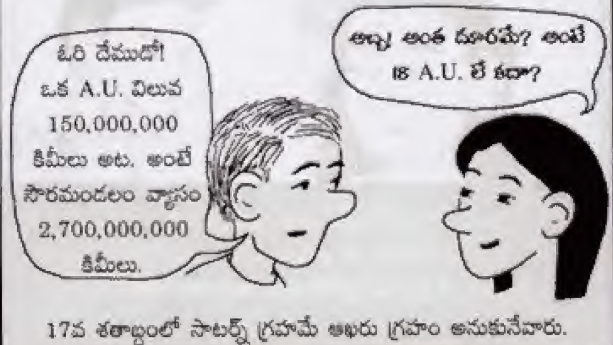
సందర్భాన్ని బట్టి ఒక్కొక్క ఏకాంకాన్ని వాడుతూ వస్తాం.



సౌరమండలాన్ని పరిగణిస్తున్నప్పుడు సూర్యుడికి, భూమికి మధ్య దూరాన్ని ప్రమాణంగా తీసుకున్నారు. ఆ దూరాన్నే ఖగోళ ఏకాంకం లేదా A.U. అంటారు.



కాని దిక్రం ఏంటంటే A.U. వాడుక మొదలైన నాటికి అసలు దాని విలువ తెలీదు. కాని గ్రహాల దూరాల నిష్పత్తులు అప్పటికే తెలుసు కాబట్టి A.U. చక్కగా పని చేసింది. తరువాత 1672లో A.U. విలువ మైఖేల్ వ్యక్టర్ చేశారు. అప్పట్నుంచి A.U. సౌరమండలంలో ఓ సహజ ఏకాంకంగా మారింది.



గ్రహాంతర దూరానికి A.U. బాగానే సరిపోయింది.
కాని మరి తారామండలంలో దూరాలకో?

నీకు తెలుసా? పాలపుంక
గెలాక్సీ వ్యాసం 1,000,000,000
A.U.ల కన్నా ఎక్కువకు.

అంత పెద్ద సంఖ్యలు
నాకు అర్థం కావు.
సున్నాలు లెక్కిస్తుంటే
నేను కాస్త బీకు!



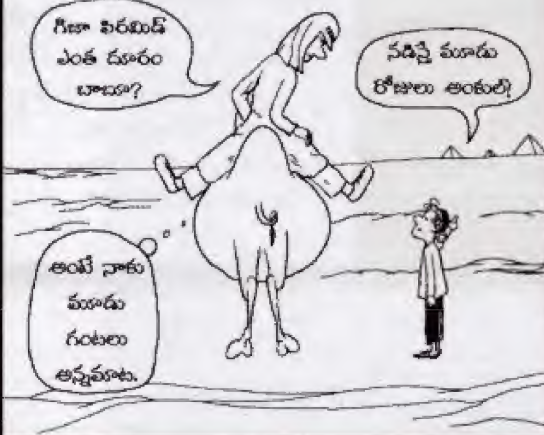
తారల
దూరాలని
వ్యక్తం
చెయ్యడానికి
ఓ కొత్త
ప్రమాణం
అవసరం
పచ్చింది.

ఏమిటా
ప్రమాణం?

మనుషులకి ప్రయాణాలు చెయ్యడం అంటే ఇష్టం. ప్రాచీన కాలం
నుండి దూరాన్ని యాత్రాకాలంతో కొలవడం ఒక అనవాయితీ.

గిజా పిరమిడ్
ఎంత దూరం
బాబూ?

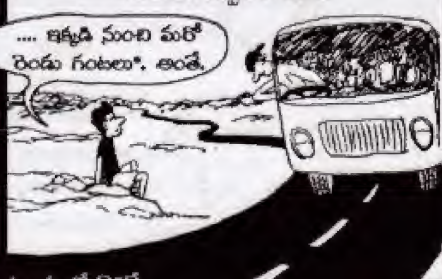
నడిస్తే మూడు
రోజులు అంకుల్!



అంటే నాకు
మూడు
గంటలు
అన్నమాట.

దూరాన్ని యాత్రా కాలంతో కొలిచే
అలవాటు ఇప్పటికీ ఉంది.

.... ఇక్కడి నుంచి మరో
రెండు గంటలు*. అంతే.



* బస్సులో వెళితే

అలాగే భగోళ దూరాలని కూడా యాత్రాకాలంతో కొలవగలమా?

ఏంటి? అంతరిక్షంలో
ప్రయాణించేద్దామనే?

తిక్కగా పూట్లాడకు. అంతరిక్షంలో
మనం ప్రయాణించనక్కర్లేదు. అందుకు
వేరే ఒకటి ఉంది.



మనకందరికీ
తెలిసిన
ఓ
విశ్వయాత్రకు
ఉన్నాడు
-
అదే కాంతి.

కాంతి బ్రహ్మాండమైన వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది.
కాంతి వేగాన్ని కొలవడం కోసం శాస్త్రవేత్తలు
ప్రయోగాలు చేశారు.

జూపిటర్ చందమామల మీద
పడే జూపిటర్ నీడని బట్టి సూర్యుడి
నుండి వెలువడే కాంతి ధూమిని
చేరడానికి ఎన్నిమిని నిమిషాలు
పడుతుందని తెలిసింది.

అంత వేగమా? ఈ లెక్కన
కాంతి సెరియస్ ని చేరడానికి
8 ఏళ్ళు పడుతుంది.



అవెన్యూ అంత దూరమే?

కాంతి ఒక సంవత్సర కాలంలో ప్రయాణించే దూరాన్నే
కాంతి సంవత్సరం అంటారు. తారాదూరాలని కొలవడానికి అదొక
చక్కని ప్రమాణంగా పనికొచ్చింది.

బిస్కావా? పాలపుంక వ్యాసం
లక్ష కాంతిసంవత్సరాలకు.

బిస్కా తిరిగిపోయేటంత దూరం.
పోస్తే కలిసేం ఇప్పుడు సున్నాలు
లెక్కిపెట్టుడం అంత కష్టం కాదు.



సెకనులో భూమి చుట్టూ కాంతి 7 సార్లు తిరుగుతుంది.
అంటే ఏడాదిలో ఎంత దూరం తిరుగుతుందో ఊహించు.
9,000,000,000,000 కిమీలు, లేదా 60,000 A.U.లు!

ఒక పక్క
ఘోరశాస్త్రవేత్తలు
తారా విశ్లేషణ కోసం
ప్రయత్నిస్తుంటే,
మరో పక్క కొన్ని
ముఖ్యమైన
పరిణామాలు
జరుగుతున్నాయి.

1728లో జేమ్స్ బ్రాడ్లీ ఒక ముఖ్యమైన విషయాన్ని గుర్తించాడు...

భూమి అంతరిక్షంలో వేగంగా
దూసుకుపోతుంటే కాబట్టి భూమి
మీద కాంతి పరావర్తనంగా కొన్ని
కొద్దిగా వాలుగా
ఏడుతుంటుంది. ఈ కారణం వల్ల
మనకి కనిపించే ఖగోళ వస్తువుల
స్థానాలలో సూక్ష్మమైన తేడా
ఉంటుంటుంది.



వర్షపు చినుకులు నేరుగా కిందకి పడుతున్నా,
మనం పరుగెత్తుతుంటే వాలుగా పడినట్టు
ఉంటాయి. గమనించారా?



గత సమాచారాన్ని నిశితంగా విశ్లేషిస్తే తారల స్థానాలలో
భూమి చలనం వల్ల కాస్తంత వ్యత్యాసం ఉన్నట్టు కనిపించింది.

బ్రాడ్లీ సూర్యుని
నిజంగా పేదానవి. దీని
అర్ధం ఏంటో తెలుసా?
భూమి అంతరిక్షంలో
దూసుకుపోతుంటే
మనకిప్పుడు
అధారం
చొరికింది.

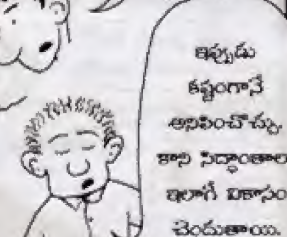


కాని బిళ్ళెంటంటే గతంలో తీసుకున్న
సమాచారాన్ని మళ్ళీ కొద్దిగా విశ్లేషించాలి! ప్లీ

దోషాన్ని కలిగించే మరో కారణాన్ని 1748లో బ్రాడ్లీ కనిపెట్టాడు.

భూమి అక్షం కూడా వెక్కిరిగా
కదులుతోంటుంది.

ఇప్పుడు పాత సమాచారాన్ని
అంతా మళ్ళీ సరిదిద్దాలి
అంటూవా?



ఇప్పుడు
కష్టంగానే
అనిపించొచ్చు
కాని సైద్ధాంతాలు
ఇలాగే వికాసం
చెందుతాయి.

ఈ సవరణల వల్ల కొంచెం అలస్యం అయినా
చివరికి మంచికే అయ్యింది. 1838లో
జర్మన్ ఖగోళవేత్త ఫ్రీడ్రిక్ బెసెల్
తారా విశ్లేషణ కనుక్కున్నాడు.

విశ్లేషణ చాలా
స్వల్పంగా ఉంది. కాని
విస్తరించేసాగా ఉంది.



అంటే తారలు
చాలా చాలా దూరంలో
ఉన్నాయన్నమాట.

దూరదర్శినిలో కొన్ని
అధునాతన సవరణలు
జరగకపోయి ఉంటే,
బెసెల్ తారా విశ్లేషాన్ని
కనుక్కోలేకపోయాడు.
పైగా తన అద్భుతం
బాగుంది విశ్లేషణ గల
బహు కొద్ది తారలలో
తను కనుక్కున్న తార
ఒకటయ్యింది.

త్వరలోనే కుప్పలు తెప్పలుగా ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు
తారా విశ్లేషాన్ని కొలుస్తూపోయారు.

కాని చాలా మటుకు
తారలకి అధులు
విశ్లేషమే లేదు.



అంటే మనకి
దగ్గరలో (అంటే
లక్ష జలయన్
కిమీల దూరంలో)
ఉన్న తారలు
చాలా తక్కువ
అన్నమాట.



అలా 'దగ్గర' అంటూవా?

అతి దగ్గరి తారలు కూడా సౌరమండలం
అంచుకన్నా కొన్ని నేల రెట్ట దూరంలో ఉన్నాయి.

గెలిలియో దూరదర్శిని వల్ల కంటికి కనిపించే తారల కన్నా ఆకాశంలో చాలా చాలా ఎక్కువ తారలు ఉన్నాయన్న సత్యం తెలిసింది. 1700ల నడిమి కాలంలో విరియమ్ హెర్షెల్ అనే ఓ యువ భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఆకాశంలో తారలు విస్తరించిన తీరుని అధ్యయనం చేశాడు. అతడి విశ్లేషణలో కొన్ని ఆసక్తికరమైన విషయాలు బయటపడ్డాయి.

ఇదుగో తెలుసా? మన పొలపుంత గెలాక్సీలో పది బిలియన్ తారలు ఓ పక్షం ఆకారంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఆ పక్షం మధ్యలో మనం ఉన్నాం.



అవి తారలా? మరి పొగమంచులా కనిపిస్తుంటే?

ఓహో అదా? మనకి ప్రత్యేక తారలుగా కనిపిస్తున్నవి కాస్త దగ్గరగా ఉన్న తారలు. అవి మన చుట్టూ ఉన్నాయి. పొగమంచులా కనిపిస్తున్న తారలు పక్షం అందు బాగా ఉన్నాయి. అవి మన చుట్టూ ఓ వలయంలా ఏర్పాటై ఉన్నాయి.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో, జెసెల్ తారా పేజీపాన్ని కనుక్కున్న తరువాత విశ్వం యొక్క పరిమాణం గురించి మళ్ళీ ఆలోచన బయలుదేరింది.

ఈ గెలాక్సీ పరిమాణాన్ని కొలిచేటా?

ఎలాగంటావా? మొత్తం తారల సంఖ్య తెలిస్తే వాటి మధ్య దూరాలన్నీ తెలిస్తే...



కాని అది నిజం కాదు. గెలాక్సీ వ్యాసం యొక్క ఈ ప్రప్రథమ అంచనాలు, వాస్తవం కన్నా బాగా తక్కువ. మరింత శక్తివంతమైన దూరదర్శినుల సహాయంతో చేసిన మరిన్ని కొత్త అవిశ్కరణల వల్ల పొలపుంత అనుకున్న దాని కన్నా చాలా పెద్దదని తెలిసింది.

ఈ అంచనా కొంచెం మోటైనదే అయినా విశ్వ వ్యాపాన్ని సూచించే ఓ కచ్చితమైన విలువ దొరికింది.

మొత్తం 10 బిలియన్ తారలు ఉంటే, ఇరుగు పొరుగున ఉన్న తారల మధ్య సగటున 5-10 కాంతి సంవత్సరాల దూరం ఉంటే....

మొత్తం గెలాక్సీ వ్యాసం 5-10 వేల కాంతిసంవత్సరాలు ఉంటుంది.



దాని మందం 1-2 వేల కాంతిసంవత్సరాలు ఉంటుంది.

ఇది దారుణం. మీరు మరి ఎక్కువ అంచనా వేస్తూన్నారు.

ప్రస్తుత అంచనాల ప్రకారం పొలపుంతలో రమారమి 200,000,000,000 తారలు ఓ పెద్ద పక్షం ఆకారంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఆ పక్షం వ్యాసం లక్ష కాంతి సంవత్సరాలు. పక్షం మధ్యలో దాని మందం 10,000 కాంతి సంవత్సరాలు.



ఇక మన సౌరమండలం ఆ పక్షంలో కేంద్రానికి అంచుకి మధ్యగా ఇబ్బకైక్కుడో ఉంటుంది.

ఈ పొలపుంతకే గ్రీకు పేరు గెలాక్సీ అని పెట్టారు.

కాని గెలాక్సీ నిజంగా ఎంత పెద్దదో హెర్షెల్ తెలుసుకోలేకపోయాడు.

గెలాక్సీకి సరిగ్గా మధ్యలో సౌరమండలం ఉందని అనుకుని పొరబడ్డాడు.

కాని ముఖ్యమైన విషయం ఏమిటంటే హెర్షెల్ అప్పటికి తెలిసిన విశ్వం యొక్క పరిమాణం బృహత్ స్థాయిలో ఎలా ఉంటుందో తెలుసుకోగలిగాడు.

పక్షంలో విస్తరించి ఉన్న తారల సమాహారం విశ్వం. గెలాక్సీలో అన్ని తారలలో మన సూర్యుడు కూడా ఒక తార మాత్రమే.

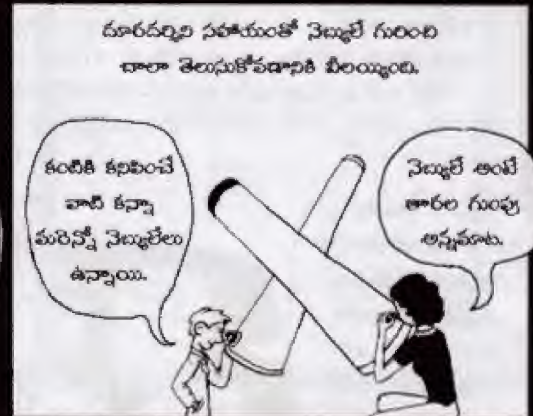
విశ్వం పట్ల ఇలాంటి అవగాహన ఓ 150 ఏళ్ల పాటు నెలచింది.

చందమామ, గ్రహాలు, తారలు, పాలవ్యంశ - ఇవి కాక చీకటి అకాశంలో అచ్చదత్తుడ పలచని మబ్బు తునకల్లాగా ఏవో కనిపిస్తాయి. వీటిని నెబ్యులే అంటారు (దీని ఏకవచనం నెబ్యులా - అంటే లాటిన్‌లో మబ్బు).



అక్కడ కనిపించే ఆ చిన్న మేఘాల్ని కొన్ని వారాలుగా పరిశీలిస్తూ అంగుళం కూడా కదలలేదునుకో!

అది తారామండలానికి అతుక్కుపోయినట్లుంది. అది వర్షం తెచ్చే మేఘం కాదుమటుకూ.

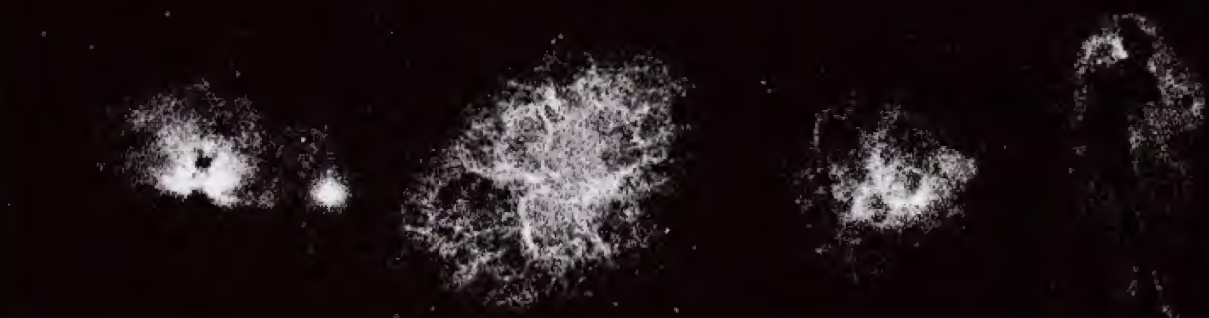


దూరదర్శని సహాయంతో నెబ్యులే గురించి చాలా తెలుసుకోవడానికి వీలయ్యింది.

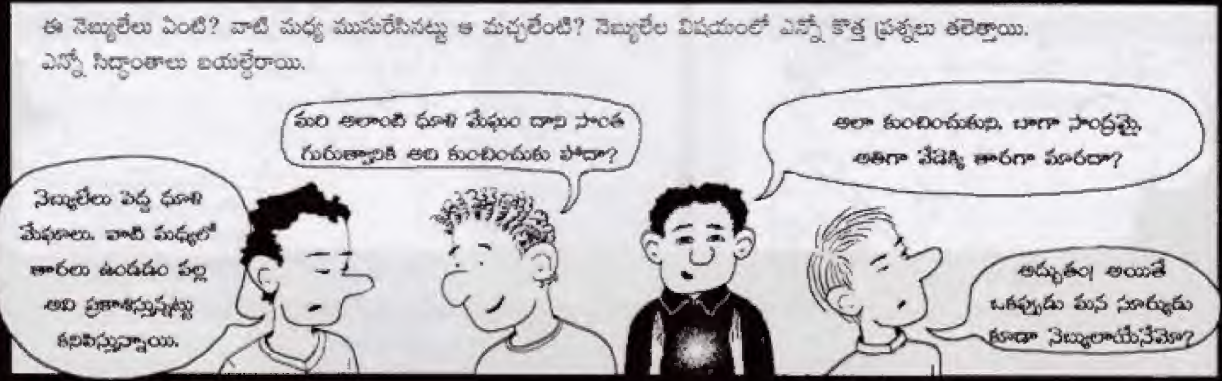
కంటికి కనిపించే వాటి కన్నా మరిన్నో నెబ్యులేలు ఉన్నాయి.

నెబ్యులే అంటే తారల గుంపు అన్నమాట.

ఎంత శక్తివంతమైన దూరదర్శనులతో చూసిన నెబ్యులేలు మేఘాల్లాగే మృతకగా కనిపించేవి.



అధునిక దూరదర్శనులలో నెబ్యులేలు ఇలా కనిపిస్తాయి.



ఈ నెబ్యులేలు ఎంటి? వాటి మధ్య ముసురేసినట్లు ఆ మచ్చలేంటి? నెబ్యులేల విషయంలో ఎన్నో కొత్త ప్రశ్నలు తలెత్తాయి. ఎన్నో సిద్ధాంతాలు బయల్పడ్డాయి.

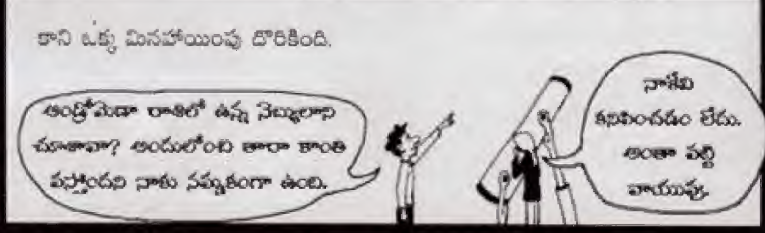
మరి అలాంటి ధూళి మేఘం చాలా సొంత గురుత్వానికి అది కుంబించుకు పోదా?

అలా కుంబించుకుని, బాగా సాంద్రమై, అతిగా చేడెక్కి తారగా మారదా?

నెబ్యులేలు పెద్ద ధూళి మేఘాలు. వాటి మధ్యలో తారలు ఉండడం వల్ల అవి ప్రకాశిస్తున్నాయి.

అద్భుతం! అయితే ఒకప్పుడు మన సూర్యుడు కూడా నెబ్యులాయేనెయో?

అకారంలో, పరిమాణంలో, ప్రకాశంలో నెబ్యులాలో గొప్ప వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. కాని ఈ తారాంతర మేఘాల నుండి వచ్చే కాంతికి, మామూలు తారల నుండి వచ్చే కాంతికి మధ్య చాలా తేడా ఉంది.



కాని ఒక్క మినహాయింపు దొరికింది.

ఆండ్రోమీడా రాశిలో ఉన్న నెబ్యులాని చూశావా? అందులోంచి తారా కాంతి వచ్చిందని నాకు నమ్మకంగా ఉంది.

నాశీవి కనిపించడం లేదు. అంతా వర్షి వాయువు.

ఆంధ్రోమెదా రాశిలో ఉన్న నెబ్యులాకి ఆంధ్రోమెదా నెబ్యులా అని పేరు వచ్చింది.

అరుగో! అక్కడ నాకో చుక్క కనిపిస్తోంది. ఇంకవరకు దాన్ని ఎవరూ ఎందుకు గమనించలేదో?



కానీ ఆ చుక్క అంతలోనే మాయమయ్యింది.

నాశం కనిపించడం లేదు. అదంతా వట్టి చాయలు. సుషీతో ఊహించుకుని ఉంటున్న.

మర్నాడే అదో నోవా యేమో.



ఆ తరువాత కాలంలో తాత్కాలికమైన చుక్కదెన్నో ఆంధ్రోమెదా నెబ్యులాలో కనిపించాయి.

ఈ నోవేల్స్ నెబ్యులాలో ఉన్నాయా? లేక మనం చూస్తున్న దృష్టి రేఖ మధ్యలో ఎక్కడో ఉన్నాయా?

దాన్ని కనుక్కంటే మాల్గం ఏదో ఉంటుంది.



హెబర్ కర్నిస్ అనే అమెరికన్ భగోళశాస్త్రవేత్త అరాకంలో నోవాలు కనిపించే తీరుని అధ్యయనం చేసి ఒక నిర్ణయానికి వచ్చాడు.

అరాకంలో ఆ చిన్న ప్రాంతంలో మరి ఎక్కువ నోవాలు కనిపిస్తున్నాయి. ఆ నోవాలు తప్పకుండా ఆంధ్రోమెదా నెబ్యులాకి చెందినవే అయ్యుండాలి.



ఎప్పుడైతే ఎన్నో ప్రశ్నలు పుట్టాయి. సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించబడ్డాయి.

అయినా అంక చలనంగా ఎందుకు ఉన్నాయి? అవసరం నోవాలేనా?

ఆంధ్రోమెదా నెబ్యులా అంక దూరంలో ఉండుంటే అందులోని నోవాలు కూడా చలనంగా కారణం చలనంగా ఉన్నాయి.

అదెలా సాధ్యం? సుళ్ళు చెప్పిన నాణం అయితే ఆ నెబ్యులా మన విశ్వం అందులకన్నా దూరంలో ఉండాలి.

నెబ్యులా అంక దూరంలో ఉంటే అది కారా సమాహారం, వట్టి మేఘంలా తెలుసుకోవడం కష్టం.

ఇదంతా వట్టి ఊహగానం. మనకి చలనమైన ఆధారాలు కావాలి.

1917లో ఎడ్విన్ హబుల్ అనే అమెరికన్ భగోళ శాస్త్రవేత్త ఆంధ్రోమెదా నెబ్యులాలో అత్యంత చలనమైన తారలు పెద్ద సంఖ్యలో ఉన్నాయని కనుక్కున్నారు.

పొంపుంకలో భాగం కావడానికి ఇది మరి దూరంలో ఉంది.



కొంపల్లిని ఈ నెబ్యులా ఓ పూర్తి గెలాక్సీ కాదు కదా!

తెలిసిన సమాచారంతో ఆంధ్రోమెదా నెబ్యులా ఓ పూర్తి గెలాక్సీ అన్న భావన సరిపోతోంది.

విశ్వం మనం అనుకున్న దాని కన్నా చాలా విచిత్రమైనది.

మనం ఊహించినదాని కన్నా చాలా పెద్దది.



అండ్రోమెడా నెబ్యులా
బజార్‌కి ౬ గెలాక్సీ
మన పాలభ్రమం లాగానే.



మరైతే ఇప్పుట్టుంచి చాలా
నెబ్యులా అనకుండా
అండ్రోమెడా గెలాక్సీ అంటే
బాధించుంటేమో?



అవునానన పరిపరాలను, పద్ధతులను వాటి అండ్రోమెడా నెబ్యులా
పాలభ్రమం లాగానే ౬ గెలాక్సీ అని, అయితే పాలభ్రమం కన్నా రెండు
రెట్లు పెద్దదని శాస్త్రవేత్తలు తెలుసుకున్నారు. అప్పుట్నుంచి దాన్ని
అండ్రోమెడా గెలాక్సీ అనే పిలిచడం మొదలుపెట్టారు.

1952లో అండ్రోమెడా గెలాక్సీ మన నుండి 2 మిలియన్
కాంత సంవత్సరాల దూరంలో ఉందని అంచనా వేశారు.

ఆ దూరంలో
20 గెలాక్సీలు
పేర్లపెట్టారు.



అంత దూరమే.

విశ్వం మరి
విడ్డూరం.



విశ్వానికి
అంతే
లేదా?

విశ్వంలో ఉన్నది ఇంతేనా? దిమ్మ తిరిగిపోయే దూరంలో
రెండు గెలాక్సీలు అంతేనా? ఒక్కోక శాస్త్రవేత్తల
అలోచనలు కొత్తదారులు తొక్కాయి.

మరిన్ని గెలాక్సీలు
ఉన్నాయంటావా?



విశ్వంలో
ఎక్కడూ ఏదో
కొత్తవి కనిపిస్తూనే
ఉంటాయి.

త్వరలోనే మరిన్ని కొత్త గెలాక్సీలను కనుక్కున్నారు.

నేను
చెప్పలేదా?



విశ్వం
అంతా
విస్తరించిన
కోట్లాది
గెలాక్సీలలో
మన పాలభ్రమం
ఒక గెలాక్సీ.

అయితే మన ప్రస్తుత విశ్వదర్శనం ఎలా ఉంది?

విశ్వం అంతా గెలాక్సీలు విస్తరించి ఉన్నాయి... 100,000,000,000 ఉంటాయేమో.
గుంపులుగా ఏర్పాటై ఉన్నాయి. ఒక్కొక్క గెలాక్సీ గుంపులో వేలాది గెలాక్సీలు ఉన్నాయి.
సగటు పరిమాణం గల గెలాక్సీలో 100,000,000,000 తారలు ఉంటాయేమో. సగటు
వ్యాసం లక్ష కాంతి సంవత్సరాలు.

మొత్తం విశ్వం వ్యాసం 200,000,000,000 కాంతి సంవత్సరాలు.

ఒక గెలాక్సీలో తారలని, ఒక గుంపులో ఉన్న గెలాక్సీలని వేరు చేస్తూ బృహత్తరమైన ఈశ్వరం
ఉంది. విశ్వంలో అధిక భాగం వట్టి ఈశ్వరమే.

అది చాలా చాలా పెద్దది.
కానీ మరి విశ్వంలో ఉన్నది ఇంతేనా?
అవును...

ప్రస్తుతానికి ఇండే.
కాని ఏం తెలుసు? ఏదో ఒకనూరికి
ఈ బహుళ గెలాక్సీ విశ్వానికి
అంచుల వద్ద మరేదో వింత
కనిపిస్తుండేమో.



ఈ విశాల విశ్వంలో మరి మన స్థానం ఏది? విశ్వమంతా వ్యాపించిన కోటానుకోట్ల గెలాక్సీలలో మన భూమి, మన సౌరమండలం, మన పాలవంత గెలాక్సీ ఎక్కడున్నాయి? ఎలా ఉన్నాయి?

రాత్రిపూట మనకి కనిపించే అకాశంలో అఖండంగా మనకి సమీపంలో ఉన్న తారలే. ఈ తారల నుండి ఈ గెలాక్సీల నుండి దూరంగా వెళ్లి అల్లంత దూరం నుండి ఈ విశ్వం వెలుస్తోంది చూడాలనుకుంటుంది.

విశ్వంలో ఎక్కడికైనా ప్రయాణించే సామర్థ్యం ఉండవలసిందే. భూమి నుండి వీలైనంత దూరానికి ప్రయాణించాలి అనుకుంటాం. గుంపులుగా చిన్న చుక్కలు కనిపిస్తాయి. అవి తారలా? గెలాక్సీలా?



రెండో కాదు. ప్రతి చుక్క ఓ గెలాక్సీల గుంపు. సగటు గుంపులో కొన్ని వేల గెలాక్సీలు ఉంటాయి. అలాంటి ఓ బిలియన్ గుంపులు విశ్వమంతా విస్తరించి ఉన్నాయి.

1,000,000,000
light years

ఇందులో మన భూమి ఎక్కడుంటే చుట్టూ. మనం వచ్చిన దిశలో చూస్తూ అక్కడ ఓ చిన్న చుక్కగాన్ని గమనిద్దాం. ఆ భాగంలోకి జూమ్ చేస్తే ఇందులోని గెలాక్సీల గుంపుల్లో ఎన్నో వేరు వేరు గెలాక్సీలు కనిపిస్తాయి.

బిలియన్లలో మన పాలవంత గుండా ఉంటుంది.

10,000,000
light years

నిజమే. ఇప్పుడు మన గెలాక్సీ చుట్టూ ఉన్న ఇంతరిక్ష ప్రాంతంలోకి జూమ్ చేద్దాం.

అన్ని ఇరుగు పొరుగు.
అదుగు అల్లంత దూరంలో ఉన్నదే అంతోపాదా.

100,000
light years

ఇదే మన సూర్యుడి కోసం వెతకాలి. ఈ సారి మళ్లీ మన సౌరమండలం దిశలో పాలవంతంలో ఒక భాగంలో జూమ్ చెయ్యాలి.

రాధం లేదు. కోకోలుగా తారలు కనిపిస్తున్నాయి. ఇంకా లోపలికి జూమ్ చెయ్యాలి.

1000
light years

మన లక్షల దిశగా మరో అదుగు వెయ్యాలి. ఇప్పుడు కొన్ని ప్రత్యేక తారలు కనిపిస్తున్నాయి.

అన్ని అదుగు సూర్యుడు. దాని పక్కనే ఉన్నది ప్రాక్సమా సెంటారి.

10 light years
600,000 AU

మిత దూరం ప్రయాణించామో! కాని ఇంటికి చేరాంటే ఇంకా చాలా దూరం ఉంది.

ఇంకా జూమ్ చేస్తే మన దృష్టి పథంలో ఒక్క తారే కనిపిస్తుంది - అదే మన సూర్యుడు.

అది మన సూర్యుడేనంటావా?
చుట్టూ గ్రహాలు కనిపించడం లేదే?

0.1 light years
6,000 AU

సౌరమండలంలోని అంశాలు కనిపించాలంటే ఇంకా దగ్గరగా వెళ్లాలి.

ఇప్పుడు కొన్ని చుక్కలు కనిపిస్తున్నాయి.
అవి బాహ్య గ్రహాలు కావచ్చు.

60 AU

ఇక మన ఇంటి కోసం అంటే భూమి కోసం ౬ కన్నేసి ఉంచాలి.
మరి సౌరమండలంలోకి ప్రవేశిద్దామా?

అక్కడున్నది సోలార్స్ అడుగో జూపిటర్.
ఆ బిన్న చుక్క సోలార్స్... అడుగో భూమి!

0.6 AU
100,000,000 km

భూమి కనిపించాక ఇక మిగతా ప్రయాణం చాలా సులభం.

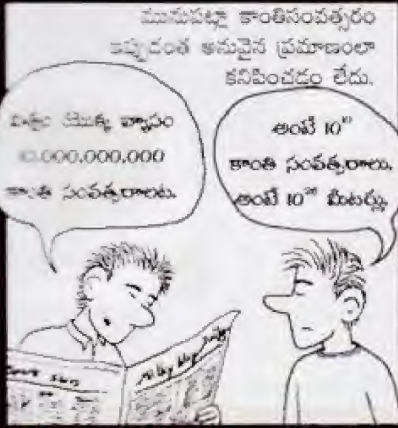
ఇప్పటికే చాలా జూమ్ చేశాం. అయినా భూమి కేవలం ౬ చుక్కలా కనిపిస్తోంది. అనంతమైన అంతరిక్షంలో ౬ ఉంటుంది చుక్క మీద మనం అంతా జీవిస్తున్నాం అంటే అశ్చర్యంగా లేదా?

1,000,000 km

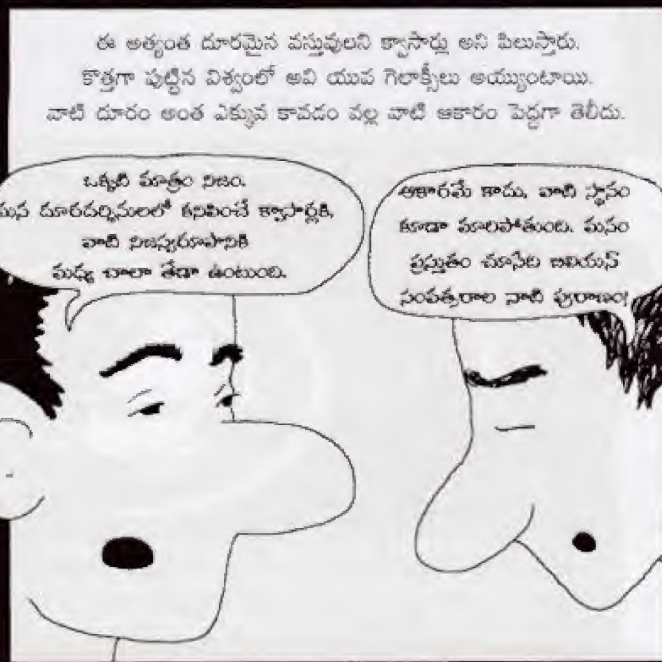
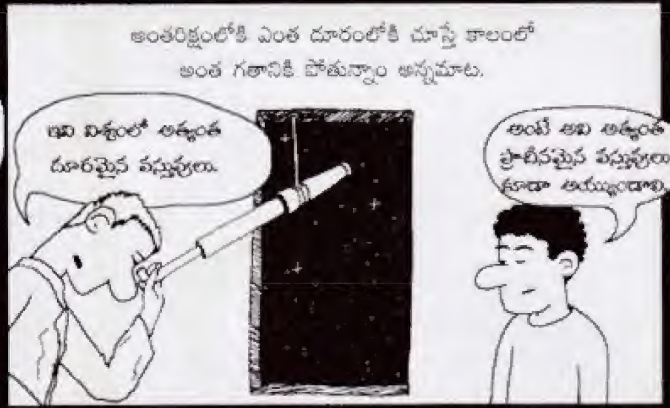
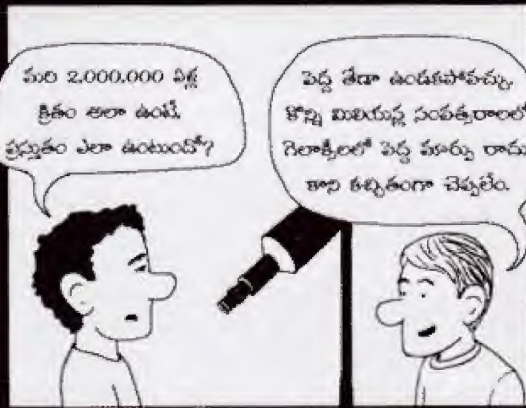
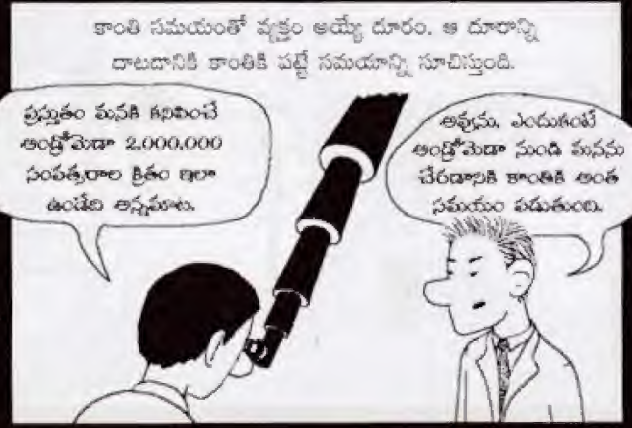
ఇంచుమించు వచ్చేశాం. చివరిసారిగా జూమ్ చేస్తే చాలు.

భూమి మీద
బిగుతున్నాం!

10,000 km



ఈ విశ్వదర్శనంలో కాంతికి ఓ ప్రత్యేక స్థానం ఉంది.



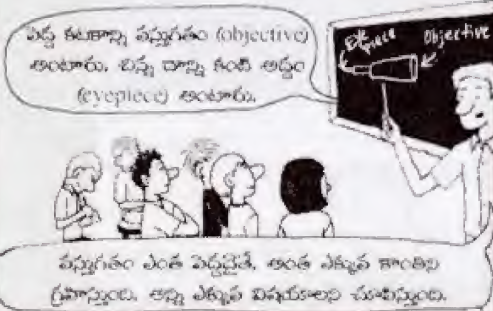
భగోళ శాస్త్ర చరిత్ర నుండి మనం తెలుసుకున్నది ఏదైనా ఉండంటే అది... ఏ సిద్ధాంతమూ చరమ సిద్ధాంతం కాదు.

400 ఏళ్ల క్రితం గెరిలియో దూరదర్శినిని వాడడం మొదలుపెట్టిన దగ్గర నుండి ఆ పరికరానికి ఖగోళ విజ్ఞానానికి మధ్య ఓ చలమైన మొదలపడింది.



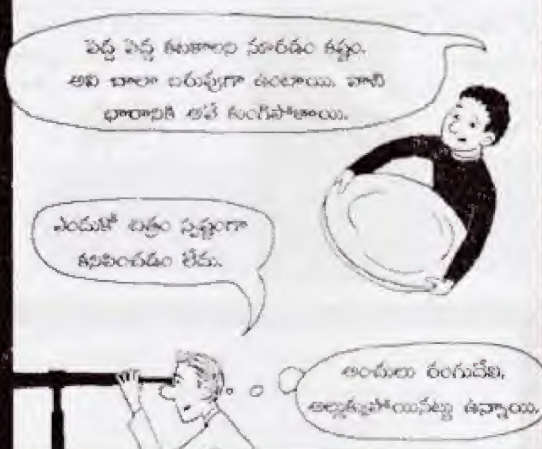
పరిశీలనార్థం ఖగోళశాస్త్రంలో అభివృద్ధి అంటే సామాన్యంగా దూరదర్శిలో అభివృద్ధి.

మొట్టమొదటి దూరదర్శినులలో (గెరిలియో వాడినవి) రెండు కటకాలు ఉంటాయి.

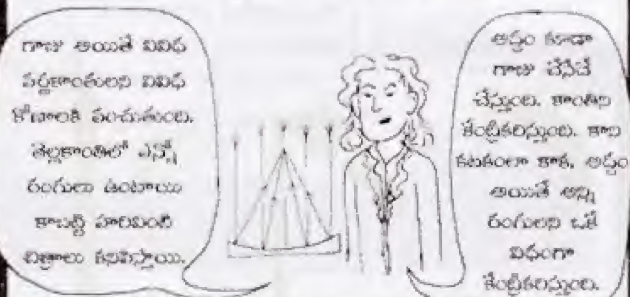


1700లో హెచ్చెల్ 40 అడుగుల పొడవున్న దూరదర్శినిని నిర్మించాడు. అందులోని వస్తుగత కటకం వ్యాసం 4 అడుగులు.

గెరిలియో దూరదర్శినితో కొన్ని మౌలిక ఇబ్బందులు ఉన్నాయి.



కాంతి లక్షణాలని లోతుగా అర్థం చేసుకున్న స్కాటన్ కటకానికి బదులుగా వస్తుగతం స్థానంలో ఓ వంపు తిరిగిన అడ్డాన్ని వాడారు.



పైగా అడ్డం అయితే సూరవానికి ఒకే ఉపరితలం ఉంటుంది. కటకం కన్నా అడ్డం తేలికే మాదా, అలాంటి పరావర్తన దూరదర్శినులు (వీటిని స్కాట్ నీయన్ దూరదర్శినులు అని మాదా అంటారు) అంటే ఇప్పటికీ దౌర్జానిక ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి చాలా ఇబ్బంది.

మరింత మెరుగైన దూరదర్శినులని తయారుచెయ్యడం ఒక ఏత్తు. గాలిలో ఉండే ధూళి, వాతావరణంలో వచ్చే అటమోస్ఫిర్ - ఇవన్నీ దూరదర్శినుల సామర్థ్యానికి కళ్లం వేస్తాయి. ఖగోళవేత్తలు ఈ ఇబ్బందులు అన్నీ ఎదుర్కోవాలి.



అందుకే ప్రస్తుతం పెద్ద పెద్ద వేదశాలలన్నీ పర్యటాల మీద ఉంటాయి.

ఈ రోజుల్లో చిశం యొక్క అతి స్పష్టమైన చిత్రాలన్నీ అంతరిక్షంలో స్థాపించబడ్డ దూరదర్శినుల నుండి వస్తాయి.

బాబోయ్ ఎముకలు కొరికే చుట్ట



ఈ ఎంక హగఘగా ఉన్నాదో?

కొన్ని దూరదర్శినులు భూమి చుట్టూ కక్ష్యలో తిరుగుతుంటాయి. కొన్ని భూమిని వదిలి సౌరమండలం వాటిసోయాయి. హబుల్, వాయేజర్ లాంటి అంతరిక్ష దూరదర్శినులు చిత్రాలన్నీ వృత్తం చేసే వందలాది అందమైన చిత్రాలని పంపాయి.

3 విభిన్న దూరదర్శిమలు ఇంకా ఇంకా పెద్దవై, విశ్వాన్ని మరింత విస్తరించగా ప్రయోగమనే అదే సమయంలో మరో ముఖ్యమైన పరిణామం కూడా జరిగింది.

సూర్యకాంతిలో ఎన్నో రంగులు కలసి ఉన్నాయి. వీటిని చాలీచాలీ వేరు చేస్తుంది.



ఆ రంగులని తిరిగి కలిపితే మునుపటి తెల్లని కాంతి వస్తుంది.

ఓ స్పటికంలోంచి తెల్లని కాంతిని పంపిస్తే ఇంద్రధనుస్సు రంగులు కనిపిస్తాయని ప్రాచీనులకి కూడా తెలుసు. కానీ వాళ్లు ఆ రంగులన్నీ స్పటికలోంచి వస్తున్నాయని అనుకున్నారు.

అంతా స్పటిక పంపాత్మకం



1666లో న్యూటన్ చేసిన ఈ అవిష్కరణ వల్ల ఎన్నో ముఖ్యమైన పరిణామాలు జరిగాయి.

కాని న్యూటన్ ప్రయోగం తరువాత ధృష్టి స్పటికం మీద నుండి కాంతి మీదకి మళ్లింది.

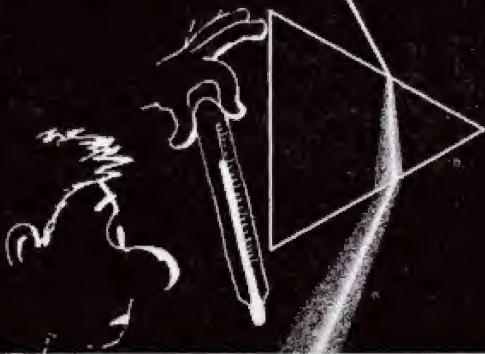
18వ శతాబ్దంలో కాంతిలో కేవలం ఇంద్రధనుస్సు రంగులే కాక మరెన్నో అంశాలు ఉన్నాయని కనుక్కున్నారు.

చీకటి గదిలో కాస్తవేత్రలు ప్రయోగాలు చేశారు.

చిత్రంగా ఉండే ఇంద్రధనుస్సు రంగుల అవతల ఉన్న చీకట్లో కూడా వెడి పుడుతోంది.

ఇది మరి విడ్డూరం! ఇంద్రధనుస్సుని ఫోటో టీస్తే అది ఇంద్రధనుస్సు కన్నా వెడల్పుగా ఉండే!

అంటే సూర్యకాంతిలో కంటికి కనిపించని కిరణాలు కొన్ని ఉన్నాయన్నమాట. కంటికి కనిపించే రంగులని వేరు చేస్తే, పట్లకం ఈ అదృశ్యరంగులని కూడా వేరు చేస్తుంది.



అదృశ్య రంగులతో పాటు ఈ రంగులు అన్నిటికీ కలిపి వర్ణమాల అంటారు.

పర్ణమాలలో నీలలోహితానికి అవతల ఉన్న ప్రాంతాన్ని అతినీలలోహితం అంటారు.

అలాగే ఎరుపుకన్నా అవతల ఉన్న ప్రాంతాన్ని పరారుణ అంటారు.



ఆధునిక సిద్ధాంతం ప్రకారం కాంతిలో తరంగాలు ఉంటాయి. వివిధ రంగుల తరంగాలకి వివిధ పౌనఃపున్యాలు ఉంటాయి. ధృశ్య వర్ణమాలలో (ఇంద్రధనుస్సు రంగులు) చూస్తే ఎరుపుకి అన్నిటికన్నా పొడవైన తరంగదైర్ఘ్యం, నీలలోహితానికి అన్నిటికన్నా పొట్టి తరంగదైర్ఘ్యం ఉంటాయి. అతినీలలోహితం యొక్క తరంగదైర్ఘ్యం ఇంకా చిన్నది. అలాగే పరారుణ తరంగదైర్ఘ్యం ఎరుపు కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

కాంతి యొక్క సంపూర్ణ వర్ణమాలని గమనిస్తే అది అతినీలలోహిత, పరారుణ వర్ణాలకి అవతలకి కూడా విస్తరించి ఉంటుందని ప్రస్తుతం మనకు తెలుసు. అలాంటి సువిస్తార వర్ణమాలలో మనకి కనిపించే ధృశ్య వర్ణమాల చాలా చిన్నది.

ఇంద్రధనుస్సు రంగుల లాగానే అదృశ్య వర్ణమాలలోని వివిధ తరంగాలకి కూడా ఎన్నో పేర్లు పెట్టారు : X-కిరణాలు, గామా కిరణాలు, మైక్రో తరంగాలు, రేడియో తరంగాలు మొదల.

1835లో ఆగస్ట్ కోంట్ అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్తడు ఇలా అన్నాడు...

కారంలో
ఏముందో
మరిగి
ఎప్పుడో
కనుకోలేడు.



అతడు అన్నది తప్పని త్వరలోనే తేలనుంది.

19వ శతాబ్దంలో జరిగిన కొన్ని అధ్యయనాల వల్ల కాంతి వర్ణ విశ్లేషణా పద్ధతులు ఖగోళశాస్త్రంలోకి ప్రవేశించాయి.

ఈ కొవ్వొత్తి నుండి వచ్చే కాంతిని
ఓ పట్టుకంలోంచి పోల్చి ఆ వచ్చే
ఇంత్రధమన్న ఎలా ఉంటుందో?



ఎర్రగా కాలిన ఇసుప కడ్డీ నుండి
వచ్చే కాంతిని పోల్చిస్తావా?



వివిధ మూలాల నుండి వెలువడే కాంతిని విశ్లేషించసాగారు.

వేదెక్కిన వివిధ మూలాలు వెలువరించే కాంతి
వర్ణమాలలు రకరకాలుగా ఉన్నాయి. అలా విస్తృతంగా
అధ్యయనం చేశాక వర్ణమాల సహాయంతో ఆ పదార్థంలో
ఏముందో చెప్పగలిగారు.



ఇందులో
ఒక వంతు
బంగారం,
మూడు వంతులు
తెండి ఉన్నట్లుంది.
మిగిలినంతా ఏమి?

ఈ కొత్త సామర్థ్యాన్ని చూసి ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు వరమానంద పడ్డారు.

ఇది అద్భుతం!
అలాగైతే తారల వర్ణమాలలని
చూస్తే? వాటి ప్రకాశానికి
కారణమైన పదార్థాలు ఏంటో
తెలుసుకోవచ్చు.



త్వరలోనే ఈ సంబరం అంతా ప్రగాఢ విశ్వాసంగా మారింది.

సూర్యుడిని చేరుకుని,
అందులోంచి ఓ చిన్న
కువకని తెల్లని
ప్రయోగశాలలో
బిళ్లెబిళ్లె...



.... సూర్యకాంతి
యొక్క వర్ణమాలని
బిళ్లెబిళ్లె తెలిసిదాని
కన్నా ఎక్కువేం
తెలియదు.

సూర్యకాంతి యొక్క వర్ణమాలలో మొట్టమొదట కనుక్కున్నది
హీలియం (తేలే గాలిబుడగల్లో ఉండేది ఇదే). ఆ తరువాత దాన్ని
ప్రయోగశాలలో కూడా తయారుచేశారు

అలాగే గ్రహాల నుండి, తారల నుండి, నెబ్యులాల నుండి, గెలాక్సీల
నుండి, వచ్చే కాంతి యొక్క వర్ణమాలని వివరంగా విశ్లేషించారు. ఈ
అధ్యయనాల వల్ల తారలలోని పదార్థంలోని అంతాచేమిటి, అవి నుండి
కాంతి ఎలా వురుతోంది మొదలైన విషయాల గురించి
ఎన్నో సిద్ధాంతాలు బయల్పడాయి.

వర్ణవిశ్లేషణా శాస్త్రం వల్ల శాస్త్రవేత్తల దృష్టి విశ్వం యొక్క
రూపురేఖల నుండి వాటిలోని భౌతిక పదార్థం మీదకి,
ఆ పదార్థంలో జరిగే ప్రక్రియల మీదకి మళ్లించి.

ఖగోళపస్తువులు అంతరిక్షంలో ఎలా కదులుతాయి, ఒక దాని మీద ఒకటి
ఎలా ప్రభావం చూపుతాయి మొదలైన విషయాలని వర్ణించే భౌతిక
శాస్త్రాన్ని స్వూటన్ స్థాపించాడు. ఖగోళ పస్తువులలో జరిగే వివిధ భౌతిక
ప్రక్రియలని అర్థం చేసుకోవడానికి వర్ణవిశ్లేషణా శాస్త్రం పనికొచ్చింది.

అందుకే నేడు భౌతిక శాస్త్రంలో ఒక భాగంగా ఖగోళశాస్త్రం
పరిగణించబడుతోంది.

ఆధునిక దూరదర్శినులు కాంతిని గురించిన మరింత లోతైన అవగాహన మీద ఆధారపడి పనిచేస్తాయి.

గొప్ప వైవిధ్యం గల విద్యుదయస్కాంత కిరణాలు అంతరిక్షం నుండి భూమి మీద పడతాయి. వాటిలో దృశ్యకాంతి చాలా చిన్న భాగం మాత్రమే.

కాని కాంతిలో అదృశ్య అంశాల పల్ల పిం ప్రయోజనం?

అది మరికొక ఉపయోగకరమైనదే. కాని దాన్ని ఫోటో తీయవచ్చు. ఎక్స్-కిరణాలతో నీ ఎముకలకెప్పుడూ ఫోటో తీయించుకోలేదా?

అదృశ్య కాంతిని కూడా ఫోటో ఫిల్మ్ మీద ఫోటో తీయొచ్చు. ఆధునాతన ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాల సహాయంతో కృత్రిమ రేటినాలని తయారుచేసి మానవ నేత్రం చూడని విషయాలని చూడొచ్చు.

డిజిటల్ కేమెరా ఒక విధంగా ఎలక్ట్రానిక్ కెమెరా పనిచేస్తుంది. ఎలక్ట్రానిక్ రేటినాలు అదృశ్య కాంతిని కూడా పట్టగలదు.



ఆధునిక దూరదర్శినులలో అధిక శాతం అదృశ్యకాంతిని పట్టగలవు. పర్వతాలలో ఏ భాగానికీ అవి స్పందిస్తాయి అన్నదాని ఇట్టి వాటిని పరారుణ దూరదర్శినులని, ఎక్స్-కిరణ దూరదర్శినులని, రేడియో దూరదర్శినులని అంటారు.

ఇది దూరదర్శినా? దీని దిశి అంటివ్వాలా లేదా?

అవును నిజమే. కాని ఆ చిన్న పట్టె తెరిస్తే అందులో ఓ సంక్షిప్తమైన eyepiece ఉంటుంది. ఓ ఎలక్ట్రానిక్ రేటినా కూడా ఉంటుంది. ఆ దిశి ఓ పద్ధతం (objective) లా పనిచేస్తుంది.



దృశ్యకాంతి మీద పనిచేసే దూరదర్శినులకైతే పర్వతాగ్రాలే మేలు. చుట్టూ ఉండే పర్వతాలు కృత్రిమ మూలల నుండి వచ్చే అవాంఛనీయ కిరణాలని అడ్డుకుంటాయి.



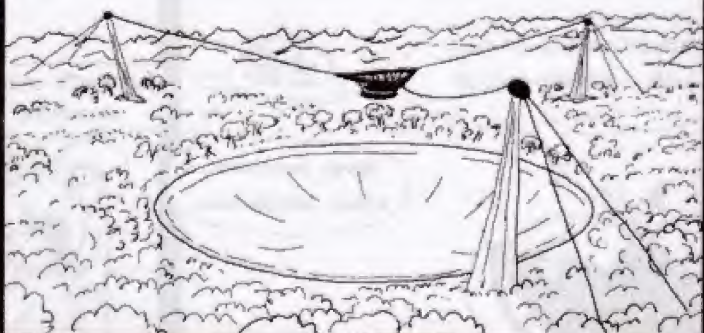
కొన్నిసార్లు రేడియో దూరదర్శినుల సమూహాలు సమిష్టిగా ఆకాశాన్ని పరిశీలిస్తుంటాయి.

ఇలాంటి దూరదర్శినుల కొంతర ఎందుకూ? ఒక్క దూరదర్శిని చూడలేదు. పది దూరదర్శినులతో కలిపిస్తుందా?

రేడియో దూరదర్శినుల విషయంలో అయితే ఎన్ని ఉంటే అంత మంచిది. ఎక్కువ ఉంటే ఎక్కువ కిరణాలని గ్రహించగలుగుతాయి.



మనకి తెలిసినంతవరకు ఏతైక డిష్ ఉన్న ప్రపంచంలో అతిపెద్ద దూరదర్శిని పోర్టోరికోలోని అరెసిబోలో ఉంది. ఇందులో డిష్ 305 మీటర్ల వ్యాసం ఉన్న ఓ సిమెంట్ చిప్ప. దాని eyepiece తాళ్ల నుండి వేలాడుతుంటుంది.



విశ్వంలో ఇంతకు మున్నెదూ చూడనంత దూరం చూశాం. ఆత్మంత ప్రాచీనమైన విశ్వభాగాలని తిలకించాం. మనం నమ్మింది నిజమేననుకుంటే, విశ్వంలో ఇంకా చూడనిది ఏమైనా ఉందా?

ఎందుకు లేదు? అదేమో మన పొరుగింటి అభిమాని కూడా ఇంకా సరిగ్గా పరిచయం చేసుకోలేదు.



మనం తెలుసుకోవాల్సిన వస్తువులు ఇంకా అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయి. ప్రస్తుతం మన అంతరిక్ష ప్రణాళికకి ఎన్నో లక్ష్యాలు ఉన్నాయి.

మొట్టమొదటి నిధులం మనం తెలుసుకోవాలనే తపస్వి శృష్టిపరచుకోవడం, అక్కడ ఏమిందో బీల్డింగ్ తెలుసుకోవడం.

అలాగాక ఎన్నో లోకీకమైన లక్ష్యాలు కూడా ఉన్నాయి.



భూమి మీద జీవప్రపంచం నాశనం కాకుండా నివారించడం ఒక గొప్ప లక్ష్యం.

ఏదో రోజు ఓ పెద్ద ఉల్క భూమిని ఢీకొని భూమి మీద జీవాంశులైన మానవం చేసే అపకాశం సృష్టించా ఉంటుంది.

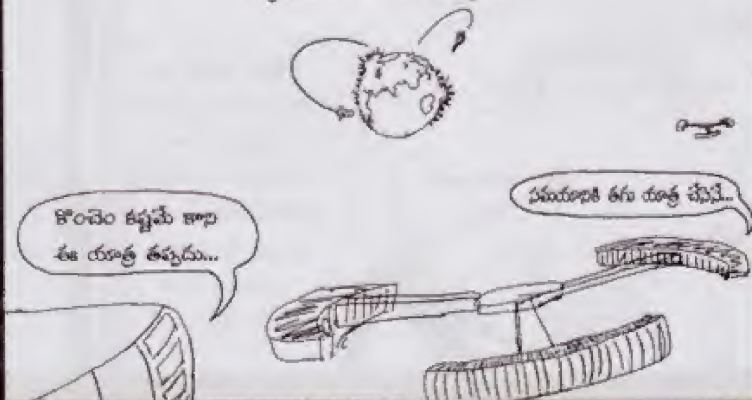
అలాంటిది అంటూ బరిగేలా ఉంటే దాన్ని ముందే గుర్తించి, ఆ ఉల్కని దారి ఉప్పించే చర్యలు తీసుకోవాలి.



మన గ్రహం మీద జీవితం భవిష్యత్తులో మరింత దుర్భరం కావచ్చు. కాబట్టి అంతరిక్షాన్ని జయిస్తేనే మానవ జాతి చిరకాలం పర్వతగలదని కొందరి నమ్మకం.

కొంచెం కృషి చేశాం ఈ యాత్ర తప్పదు...

పరులంతా ఈ యాత్ర చేస్తే...



జీవం అనేది కేవలం భూమి మీదే ఉందని అనుకోవడం అమాయకత్వమే కాదు, అహంభావం కూడా అవుతుంది.

గ్రహాంతర వాసులని చూశాం... ఓవర్... గ్రహాంతర వాసులని చూశాం...



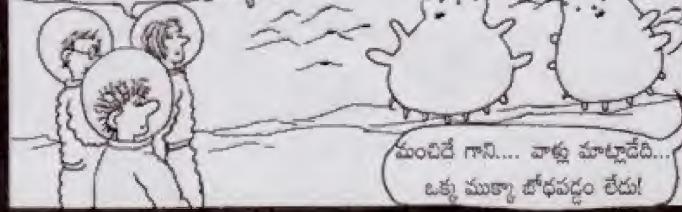
బెక్కులా సజంజబజలా... తిర్రోళ్ళ సభరసమయనా...



అంతరిక్షంలో లోతుగా ప్రయాణించడం, ఇతర జీవరాశుల గురించి తెలుసుకోవడం, అంతరిక్షం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవడం - ఇవన్నీ మన విజ్ఞానాన్ని మరింత విస్తరింపజేస్తాయి. అప్పుడు మనుషుల మధ్య విభేదాలు తొలగి, వైషమ్యాలు కరిగి, ఐకమత్యం విలపడుతుందేమో.

మేం భూలోక వాసులం. కూడానా?

బాహు, సుళ్ళు చెప్పింది నిజమే. మీర ప్రహారికి బయట కూడా జీవులు ఉన్నారు.



మంచిదే గాని.... వాళ్ళ మాట్లాడేది... ఒక్క ముక్కా బోధపడ్డం లేదు!

నక్షత్రాలన్నీ ఒకే రకంగా కదులుతుంటాయా?

మరి గ్రహాల సంగతి ఏమిటి? అవి అటు, ఇటు ఎందుకు తిరుగుతుంటాయి?

బంతి మాదిరిగా భూమి గుండ్రంగా ఉంటే, మరి మనకు బల్లపరుపుగా ఎందుకు కనబడుతుంది?

కాంతిని వెదజల్లినట్లే సూర్యుడు గురుత్వాకర్షణ శక్తిని కూడా ప్రసరిస్తాడా?

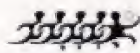
దృష్టి విశ్లేషణం అంటే ఏమిటి, ఈ విశ్వ దూరాలను కొలవటానికి అది ఎలా ఉపయోగపడుతుంది?

ఖగోళశాస్త్రం ఒక అనంత సాగరం లాంటిది. దీనిపట్ల మన ఆసక్తి, జ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి ఏర్పడలేదు, వేల సంవత్సరాలుగా రూపుదిద్దుకుంటూ వచ్చింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర ఒక రకంగా మానవ చరిత్రనంతా విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ శాస్త్రం మాదిరిగానే దీని చరిత్ర కూడా అంతే ఆసక్తికరంగా, సంక్లిష్టంగా ఉంటుంది.

ఈ బొమ్మల పుస్తకం ఖగోళ 'శాస్త్రం' గురించి కాదు, అది ఎలా పరిణామం చెందిందో ఒక కథలాగా చెప్పుతుంది.



మంచి పుస్తకం



జన విజ్ఞాన వేదిక

ISBN 978-93-80153-53-7



9 789380 153537